NEDERLANDSCHE PLANTENZIEKTENKUNDIGE (PHYTOPATHOLOGISCHE) VEREENIGING

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN

IR N. VAN POETEREN, PROF. DR W. K. J. ROEPKE EN PROF. DR JOHA WESTERDIJK

42e Jaargang | 7e en 8e aflevering | Juli-Augustus 1936

DE OOGVLEKKENZIEKTE VAN DE GRANEN, VEROORZAAKT DOOR CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES FRON.

WITH A SUMMARY:

THE EYESPOT DISEASE OF CEREALS, CAUSED BY CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES FRON.

DOOR

A. J. P. OORT

1. Inleiding 180

2. Literatuuroverzicht 180

3. Geografische verspreiding 186

4. Symptomen 188

5. Aetiologie 191
Isolatie- en inoculatieproeven 191
Groei van Cercosporella in reincultuur: Algemeene kenmerken. Invloed van de temperatuur. Sporenvorming. Kieming van de sporen. Rassen van de schimmel. . . 193

6. Verspreidingswijze van de schimmel 199

7. Verband tusschen plant en parasiet. 202
Op welke planten komt de ziekte voor?. 202
Welke gewassen worden het sterkst aangetast? . . . 203
Vatbaarheid van tarwesoorten en -variëteiten en van andere granen 204
Rassen van de schimmel in verband met de vatbaarheid van granen en grassen 206
Invloed van de temparatuur. 207
Invloed van de bemesting (potproeven) 209

8. Invloed van verschillende factoren op het optreden van de ziekte, tevens bestrijdingsmaatregelen 211
Directe bestrijdingsmiddelen. 212
Resistentie van rassen 214
Invloed van het klimaat 215
Cultuurmaatregelen: Zaaitijd. Vruchtwisseling. Diepte van zaaien. Hoeveelheid zaaizaad en rijafstand. Grondsoort. Bewerking en toestand van de bodem. Bemesting Stoppels verbranden. Voorjaarsbewerking. Onkruid. Jarowisatie 216
9. Summary in English 225
10. Literatuur 229
11. Verklaring van de platen (Explanation of Plates) . . . 233

1. INLEIDING

In Nederland treedt in tarwe, en in mindere mate ook in gerst, veelvuldig een met legering gepaard gaande voetziekte op, die in sommige jaren belangrijke schade kan aanrichten. Deze ziekte werd lange tijd met de door de Tarwehalmdooder, *Ophiobolus graminis*, veroorzaakte ziekte verward en is in ons land eerst sinds 1933 van deze ziekte onderscheiden en Oogvlekkenziekte genoemd (OORT, 53). Zij wordt veroorzaakt door *Cercosporella herpotrichoides* (FRON) emend. SPRAGUE. De resultaten van de onderzoekingen en de opgedane ervaringen van de jaren 1933–1935 zullen in dit artikel worden besproken. Een uitvoerig literatuuroverzicht, waarin speciaal de aandacht zal worden gevestigd op de verwarring met *Ophiobolus graminis* en andere schimmels, zal hieraan voorafgaan, terwijl in het laatste hoofdstuk de vele artikelen in het binnen- en buitenland, gewijd aan de bestrijding en het voorkomen van deze ziekte, uitvoerig zullen worden besproken.

Bij het uitwerken van de laboratoriumproeven ontving ik achtereenvolgens de hulp van Ir. G. E. M. UIL, Ir. J. D. GERRITSEN en Ir. H. F. VAN DER STEGEN, die ik op deze plaats hartelijk dank zeg. Eveneens ben ik veel dank verschuldigd aan allen, die hun medewerking verleenden bij het onderzoek te velde.

2. LITERATUUROVERZICHT

Hoewel het verband, dat er bestaat tusschen de voetziekte, die legering van de tarwe veroorzaakt, en de schimmel Cercosporella pas in 1931 is vastgesteld (SPRAGUE, 73 en FOËX en ROSELLA, 18) zijn er vele aanwijzingen, dat deze ziekte reeds eerder bekend was en wellicht tot de het langst bekende voetziekten gerekend mag

worden. PLUCHET (55) gaf namelijk reeds in 1878 een beschrijving van een voetziekte in tarwe, die hij met „piétin" aanduidt. Deze beschrijving luidt als volgt:

„Après l'épiage, lorsque les premières fleurs ont disparu, on voit dans les champs les mieux partagés comme aussi dans des récoltes plus faibles, quelques tiges garnies de leurs épis tombées à terre; peu de jours après, le nombre des tiges qui s'abattent naturellement, sans pluie ni vent, augmente sensiblement et déjà des espaces entiers d'une même étendue sont renversés; puis le mal gagnant de proche en proche, se prolonge jusqu'aux jours qui précèdent la récolte, et lorsque l'époque de celle-ci est arrivée, souvent il ne reste plus que quelques épis debout; la masse couché à terre présente l'aspect d'une récolte piétinée (van hier de naam piêtin; piétiner beteekent letterlijk: met de voet trappen) dans tous les sens; les tiges, depuis le collet jusqu'au premier noeud ont une couleur gris noir ardoisé; les épis inégalement blanchis et inégalement mûrs, sont demeurés petits comme au moment de leur naissance et ils sont généralement mous."

Dus een omvallen der halmen in alle richtingen, dat zonder regen of wind optreedt en dat zich dikwijls over het geheele veld uitstrekt. Een beschrijving, beter overeenkomende met de symptomen van de oogvlekkenziekte zal men moeilijk kunnen vinden.

In 1892 beschrijft SCHRIBAUX (72) een andere voetziekte van de tarwe. Bij deze ziekte sterven eerst de bladeren, daarna de halm af en deze verbleeken. De aar, die noodrijp wordt, blijft recht op staan en levert slecht gevulde korrels. Ook deze ziekte wordt piétin genoemd, hoewel hier geen sprake is van een gelijkenis met een vertrapt gewas.

Als oorzaak van deze beide voetziekten, die ondanks de duidelijke beschrijvingen niet voldoende onderscheiden zijn, noemen PRILLIEUX en DELACROIX (60) *Ophiobolus graminis* SACC., terwijl MANGIN (45–47) als oorzaak noemt *Leptosphaeria herpotrichoides* DE NOT. In 1901 komt DELACROIX (9) tot de conclusie, dat beide schimmels in verband staan met de „piétin".

In 1913 onderscheidt tenslotte DUCOMET (10) twee vormen van voetziekte in de tarwe:

1. legering (piétin verse);
2. ontijdig afsterven en wit worden van de geheele plant zonder legering (piétin échaudage).

Bij beide vormen is de voet van de planten zwart verkleurd. De „piétin verse" gaat volgens DUCOMET met een zijdelingsche aantasting van de stengel gepaard en wordt meestal door *Leptosphaeria herpotrichoides* veroorzaakt. Bij de „piétin échaudage"

is de halmbasis rondom aangetast. De oorzaak is hier gewoonlijk *Ophiobolus graminis* Sacc.

Ook in de latere Fransche artikelen (o.a. van Foëx, 12–14) worden de beide vormen van „piétin" op tarwe onderscheiden en toegeschreven aan de twee bovengenoemde schimmels. Foëx geeft daarbij (13, 14) een nadere uiteenzetting van de ziektesymptomen aan de voet van de plant. Van de „piétin verse", veroorzaakt door *Leptosphaeria herpotrichoides* beschrijft hij deze namelijk als volgt:

„Les débuts d'attaque se traduisent par une décoloration de la gaine externe au niveau de l'entrenoeud et à une hauteur variable au-dessus du sol (0 à 5 cent.). La région atteinte affecte la forme d'une ovale, dont la plus grande dimension est dirigée paralellement à l'axe de la tige. Sur cette plage décolorée aparaissent peu après un certain nombre de ponctuations noires, qui se convertissent ensuite en véritables petites plaques. L'altération finit par gagner la tige. ... ce parasite... est un véritable briseur de chaumes. Il peut en effect désorganiser les tissus de soutien et entrainer ainsi la verse de la plante."

Onderwijl is ook in andere landen het optreden van voetziekte in de granen waargenomen. De zeer omvangrijke literatuur hierover kan buiten beschouwing blijven, aangezien deze blijkens de uitgebreide literatuurstudie van Van de Laar (43) bijna uitsluitend betrekking heeft op *Ophiobolus graminis* en de door deze schimmel veroorzaakte ziekte. Vermelding verdient hier, dat Van de Laar aangetoond heeft, dat de ziekte, die de tarwe voortijdig doet afsterven en verbleeken (zonder legering) door *Ophiobolus graminis* Sacc. veroorzaakt wordt en dat *Ophiobolus herpotrichus*, die soms ook als veroorzaker dezer ziekte wordt genoemd (o.a. door Frank (24–27), Ritzema Bos (62–64) en Van Hall (35), alleen de kiemplanten in bepaalde gevallen en onder zeer typische verschijnselen kan doen afsterven, maar niet de verschijnselen van de „piétin échaudage" veroorzaakt.

Alleen moet hier nog melding gemaakt worden van de Duitsche literatuur, aangezien deze blijkbaar tot richtsnoer heeft gediend bij de waarnemingen over voetziekte in Nederland en nog tot 1922 (Ritzema Bos en Schoevers, 66) heeft nagewerkt.

In 1894 en volgende jaren beschrijft Frank (24–27) en ook Hiltner (37) twee graanziekten; de eene, die op rogge voorkomt is gekenmerkt door het omvallen van de halmen en wordt veroorzaakt door de Roggehalmbreker (*Leptosphaeria herpotrichoides* de Not.), de andere, die op tarwe en soms ook op gerst (Frank, 28) voorkomt is door het wit worden van de geheele plant met inbegrip van halm en aar gekenmerkt en wordt door de Tarwe-

halmdooder, *Ophiobolus herpotrichus* (moet zijn *O. graminis*, zie boven), veroorzaakt. Van een voetziekte, die legeren van de tarwe veroorzaakt, wordt bij deze onderzoekingen niet gesproken, in tegenstelling met de Fransche auteurs. Ook KRÜGER (42) vermeldt geen legeren van de tarwe. Door CRÜGER (8) wordt later het plotseling afsterven van de tarwe aan Ophiobolus en Leptosphaeria toegeschreven. Legeren van de rogge wordt dan door Leptosphaeria veroorzaakt. HÜLSENBERG (39) spreekt daarentegen van „Weissährigkeit" bij rogge, eveneens veroorzaakt door Leptosphaeria.

In Nederland wordt van het optreden van voetziekte het eerst melding gemaakt door RITZEMA BOS (62) in 1899:

„De ziekte deed zich als volgt voor. Op tarwevelden vertoonden zich omstreeks de tweede helft van Juli hier en daar grootere of kleinere plekken, waar de reeds in de aren staande halmen geelwit van kleur werden; deze bleken vrij plotseling te zijn gestorven en leverden dus natuurlijk niets op... Overigens was het voorkomen der aangetaste halmen niet op alle velden precies gelijk. Soms waren zij aan hun basis, even boven de grond, in rotting overgegaan; zij waren dus week geworden en doorgebogen of geknikt. Andere malen waren zij op dezelfde plek inéénge-schrompeld, verdroogd. Trok men aan de halm, dan zag men in het eerste geval deze op de aangetaste, weeke, rotte plek afbreken; in het tweede geval haalde men gemakkelijk de geheele plant met wortel en al uit de grond. Doorgaans bleek dan het geheele ondereinde van de halm te zijn aangetast; en ook de wortels waren dan gestorven, wat bij de planten, welker halmen boven de grond week waren geworden en doorgebogen, meestal niet het geval was."

De ziekte wordt door RITZEMA BOS (63) na nader onderzoek in 1900 aan *Ophiobolus herpotrichus* toegeschreven.

Klaarblijkelijk werden hier twee tarweziekten, die door de Fransche auteurs later zoo scherp van elkaar gescheiden werden, als één beschouwd. In 1900 beschrijft RITZEMA BOS (63) tevens een voetziekte in de rogge, waarbij legering optreedt en die veroorzaakt zou worden door *Leptosphaeria herpotrichoides*. Ook later wordt door RITZEMA BOS (64) het voorkomen van *Ophiobolus herpotrichus* in tarwe en van *Leptosphaeria* in rogge vermeld. Uit de beschrijving van het ziektebeeld door VAN HALL (35) blijkt, dat de stengels zonder regen of wind omvallen, waarbij de halmen zonder regelmaat door elkaar liggen, zoodat men de indruk krijgt „alsof er een troep vee doorheen geloopen heeft" en als het nog erger is „alsof de rol erover is gegaan". De ziekte wordt aan *Ophiobolus herpotrichus* toegeschreven (moet zijn *Ophio-*

bolus graminis Sacc., zie boven). Door Van Hall werd ook legeren van de gerst waargenomen en in tegenstelling met Frank (28) schrijft Van Hall deze ziekte van de gerst aan *Leptosphaeria herpotrichoides* toe. Van Hall maakt geen melding van het voortijdig afsterven van de tarwe zonder legeren, zooals door Ritzema Bos werd waargenomen.

Na 1903 wordt zoo nu en dan nog melding gemaakt van Ophiobolus en Leptosphaeria (Ritzema Bos, 65) en de opvatting, dat de tarwe steeds zou worden aangetast door de Tarwehalmdooder (*Ophiobolus herpotrichus* = *graminis*) en de rogge steeds door de Roggehalmbreker (*Leptosphaeria herpotrichoides*) is tot 1922 blijven bestaan (Ritzema Bos en Schoevers, 66).

Nadien wordt nog herhaaldelijk door Van Poeteren (56–59) van *Ophiobolus herpotrichus* en na het verschijnen van de dissertatie van Van de Laar van *Ophiobolus graminis* in de tarwe en ook van Leptosphaeria in de rogge gesproken. Tevens wordt enkele keeren het legeren zonder regen of wind van tarwe vermeld, dat niet aan Ophiobolus, doch aan plotselinge hooge temperatuur in Juli wordt toegeschreven (56) of waarvan gezegd wordt: „Op het materiaal is steeds *Ophiobolus herpotrichus* aan te toonen, doch het is de vraag of nog niet een andere, niet bekende oorzaak mede schuldig is geweest aan het zoo sterk optreden van het verschijnsel" (nl. legeren) (57). In 1933 wordt inplaats van Tarwehalmdooder van voetziekte gesproken (59) en wordt het voor niet onmogelijk gehouden: „dat, behalve de schimmel *Ophiobolus graminis*, nog andere schimmels debet zijn aan het optreden van voetziekte".

In 1912 wordt door Fron (29) de schimmel *Cercosporella herpotrichoides* beschreven, die gevonden werd op aan voetziekte lijdende tarweplanten. Fron vermoedde, dat de schimmel de imperfecte vorm was van *Leptosphaeria herpotrichoides*. In 1914 en 1919 deelt Foëx (12–14) mede, dat hij de sporen van *Cercosporella herpotrichoides* van Maart af gevonden heeft op in het vorig jaar gezaaide tarweplanten en op in de grond gestoken doode bladscheeden. Foëx legt er de nadruk op, dat er geen aanwijzingen zijn voor een verband tusschen Cercosporella en Leptosphaeria.

Van 1920 tot 1924 isoleerde Heald (36) uit zieke tarweplanten in de staat Washington, U.S.A., herhaaldelijk een niet fructificeerende schimmel, waarvan we thans door Sprague en Fellows (74) weten, dat het *Cercosporella herpotrichoides* is geweest. Voorloopige inoculatieproeven met deze schimmel hadden geen positief resultaat.

In 1930 isoleeren Foëx en Rosella (16, 17) eveneens uit zieke

planten een steriele schimmel, die zij „champignon x" noemden. Deze schimmel werd geïsoleerd uit oogvlekken, d.z. ovale vlekken aan de voet van de tarweplanten, vandaar dat de schimmel ook „champignon des taches ocellées" genoemd werd. In reincultuur vertoont de „champignon x" een geheel van Leptosphaeria afwijkende groei. De inoculatieproeven met deze schimmel vallen positief uit, het ziektebeeld is door ovale vlekken gekenmerkt. [1]) Op de oogvlekken in het veld werden wederom herhaaldelijk sporen van Cercosporella aangetroffen. Uit deze sporen ontstonden steeds mycelia, die volkomen gelijk waren aan die van „champignon x". De schrijvers vermoeden daarom, dat de „champignon x" met Cercosporella identiek is, maar zeggen, dat deze identiteit slechts te bewijzen is, wanneer de culturen van „champignon x" tot fructificeeren zijn te brengen, wat tot nog toe niet is gelukt. Behalve „champignon x" worden uit voetzieke planten geïsoleerd *Ophiobolus graminis* en *herpotrichus*, *Leptosphaeria herpotrichoides* en *Wojnowicia graminis*. Inoculatieproeven toonen aan, dat alleen *Ophiobolus graminis* en de „champignon x" sterk parasitair kunnen zijn, terwijl de andere schimmels zeer weinig parasitair zijn. Inoculatie met Leptosphaeria levert geen oogvlekken op, maar bruinkleuringen van wortels en bladscheeden. Door het zwak parasitaire karakter wordt de infectie pas zeer laat zichtbaar. In 1931 constateeren zij nogmaals dat de „champignon x" en in mindere mate ook *Ophiobolus graminis* de ernstige gevallen van piétin in Frankrijk veroorzaakt hebben (18).

In 1931 deelt Sprague (73) mee, dat het hem gelukt is de schimmel, die in eenige staten van Amerika „the Columbia Basin footrot" van de tarwe veroorzaakt en die reeds eerder door Heald (36) geïsoleerd werd, tot fructificeeren te brengen. Daardoor is het mogelijk te bewijzen, dat deze voetziekte door *Cercosporella herpotrichoides* veroorzaakt wordt. Bovendien gelukte het Sprague een hem uit Frankrijk toegezonden stam van de „champignon x" tot fructificeeren te brengen en daarmee eveneens de identiteit van deze schimmel met de schimmel van „the Columbia Basin footrot" en *Cercosporella herpotrichoides* vast te stellen. Sprague vult de oorspronkelijke beschrijving van *Cercosporella herpotrichoides* Fron aan.

[1]) Vergelijk op blz. 182 de ziektesymptomen, die door Foëx (13, 14) in 1919 aan Leptosphaeria werden toegeschreven. Hierdoor wordt het zeer waarschijnlijk, dat beide ziekten identiek zijn; in dat geval zou „champignon x" (= Cercosporella) de door Foëx aanvankelijk beschreven „piétin verse" en vermoedelijk ook de „piétin" door Pluchet (55) en Mangin (46) beschreven, veroorzaakt hebben. Cercosporella-voetziekte of Oogvlekkenziekte zou dan van de voetziekten het langst bekend en het eerst beschreven zijn.

In 1932 vermelden BECKER (1), SCHAFFNIT (67) en MORITZ (49) het legeren van tarwe, dat door den eersten auteur in hoofdzaak aan *Fusarium* wordt toegeschreven. SCHAFFNIT (67) en MORITZ (49) maken melding van ovale vlekken op de halm en MORITZ komt op grond van isolatieproeven tot de conclusie, dat *Cercosporella herpotrichoides* de oorzaak moet zijn. SCHAFFNIT onderscheidt de ziekte scherp van de „Getreidefusariose", maar noemt de naam van den veroorzaker eerst in een uitvoeriger artikel in 1933 (68). MORITZ en BOCKMANN (50) publiceeren in datzelfde jaar eveneens een uitgebreider artikel. In hetzelfde jaar wordt ook voor Nederland melding gemaakt van *Cercosporella herpotrichoides* en de door deze schimmel veroorzaakte voetziekte, die Oogvlekkenziekte genoemd wordt (OORT, 53) in navolging van de Fransche auteurs, die van „champignon des taches ocellées" spreken. In 1934 geven SPRAGUE en FELLOWS (74) een uitvoerig overzicht over deze ziekte en de maatregelen ter bestrijding.

Uit deze uitvoerige bespreking van de literatuur blijkt, dat *Cercosporella herpotrichoides* een voetziekte in tarwe en in mindere mate ook in gerst veroorzaakt, die in ons land Oogvlekkenziekte, in Amerika „Columbia Basin footrot" of „Cercosporella footrot" en in Duitschland „Lagerfusskrankheit", „Halmbreche" of „Halmbruchkrankheit" genoemd wordt. In Frankrijk spreekt men nog steeds van „piétin", waarbij men dan „piétin verse" van „piétin échaudage" onderscheidt. De „piétin verse" wordt dan in de meeste gevallen door *Cercosporella herpotrichoides* of „champignon des taches ocellées" veroorzaakt.

Het is waarschijnlijk, dat de Oogvlekkenziekte reeds sedert 1878 in Frankrijk en sedert 1899 in Nederland is waargenomen, maar in Frankrijk is toegeschreven aan *Leptosphaeria herpotrichoides* (MANGIN, DELACROIX, DUCOMET, FOËX) en in Nederland aan *Ophiobolus herpotrichus* (RITZEMA BOS, VAN HALL, RITZEMA BOS en SCHOEVERS).

In Duitschland wordt niet van een legervoetziekte in de tarwe gesproken vóór 1932. Deze wordt door de meeste auteurs aan *Cercosporella*, door sommige aan *Fusarium* toegeschreven.

3. GEOGRAFISCHE VERSPREIDING

Zooals uit het literatuuroverzicht blijkt, is de oogvlekkenziekte herhaaldelijk met de tarwehalmdooder verwisseld of aan schimmels toegeschreven, die niet in verband staan met Cercosporella. Eerst sedert 1931 is iets meer bekend over deze ziekte en het is daarom waarschijnlijk, dat de verspreiding van de ziekte op het oogenblik nog niet volledig bekend is.

In Europa is de ziekte gevonden in Frankrijk (FOËX en RO-

SELLA, 16–18), in Duitschland (MORITZ, 49 en SCHAFFNIT, 68), in Denemarken (NIELSEN en WEBER, 52), in België (LAROSE en VANDERWALLE, 44*a*) en in Nederland (OORT, 53). Volgens mondelinge mededeeling van Miss M. D. Glynne van het Rothamstead Experiment Station werd *Cercosporella herpotrichoides* in 1935 voor de eerste maal in Engeland aangetroffen (zie ook 32*a*).

OSTERMAYER (54) vermeldt, dat zijn practijkgegevens over „Schwarzbeinigkeit" (Ophiobolus) en „Halmbruchfusskrankheit" of „Halmbreche" verzameld zijn in Oostenrijk, Hongarije en in het Westen van Tsjecho-Slowakije (Bohemen). Vermoedelijk wordt met „Halmbruchfusskrankheit" de Oogvlekkenziekte, veroorzaakt door Cercosporella, bedoeld (zie Rev. Appl. Myc., 13, 688, 1934). Of deze ziekte in alle drie genoemde landen voorkomt, blijkt echter niet.

In Amerika is de ziekte tot nog toe uitsluitend aangetroffen in Washington, Idaho en Oregon, drie aaneengrenzende staten in het Noord-Westen van de Vereenigde Staten (SPRAGUE, 73).

In tegenstelling met Ophiobolus, die kosmopoliet is en in zeer veel landen in alle werelddeelen werd gevonden, is de Oogvlekkenziekte dus tot twee betrekkelijk kleine gebieden beperkt, waarvan het eene in West-Europa tusschen 45° en 55° N.-breedte en het andere in het Westen van Noord-Amerika bij de 45ste breedtegraad is gelegen (Fig. 1). Beide gebieden hebben zoowel wat betreft de jaarlijksche temperatuur als de regenval en de verdeeling daarvan over het jaar, groote overeenkomst.

In Nederland is de ziekte in alle provincies aangetroffen, het meest echter in de klei- en zavelgebieden, terwijl ernstige aantastingen op de dalgronden en op de zandgronden niet dikwijls

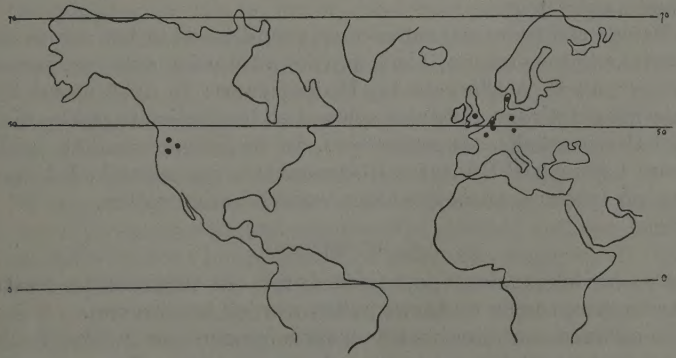

Fig. 1. Verspreiding van Cercosporella herpotrichoides (●).
(Distribution of Cercosporella herpotrichoides (●).)

voorkomen. Zoo wordt de ziekte dan ook vooral gevonden op zeeklei in de provincies Groningen, Friesland, Noord- en Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland en op rivierklei in Zuid-Holland, Gelderland en Limburg. Het is niet gemakkelijk uit te maken, of bepaalde deelen van het kleigebied ernstiger te lijden hebben van de ziekte dan andere. Onze kennis toch hangt af van de mate, waarin een bepaald gebied bezocht wordt en van de wijze, waarop men voorgelicht wordt. Bovendien is de schade, door de Oogvlekkenziekte aangericht, in de jaren 1933–1935 vermoedelijk door de bijzondere weersomstandigheden (langdurige droge perioden en een voortdurend tekort aan regenval vergeleken bij het gemiddelde) niet zoo groot geweest, als het aantal aangetaste perceelen zou doen vermoeden. Ook hierdoor is het moeilijk om bepaalde kleigebieden aan te wijzen, waar de Oogvlekkenziekte meer zou huishouden.

Een uitzondering zou ik echter willen maken voor de provincie Groningen. Het feit, dat men in deze provincie reeds langere tijd aandacht aan deze ziekte schenkt (Meyers, 48) en dat ook Van Hall (35) Groningen noemt als één van de gebieden, waar zeer ernstige verwoestingen werden aangericht, maakt het waarschijnlijk, dat hier de factoren voor het optreden van de ziekte in het algemeen gunstiger zijn.

In de Wieringermeer werd de Oogvlekkenziekte in 1935 voor het eerst in twee perceelen tarwe waargenomen, waarvan het ééne zwak en het andere in zeer lichte mate was aangetast. Deze perceelen zijn voor het vierde jaar in cultuur en liggen op ± 3 km van de oude kust. Opmerkelijk is, dat Ophiobolus reeds het tweede cultuurjaar (1933) in de Wieringermeer ook op veel grootere afstanden van de oude kust algemeen voorkwam en aanzienlijke schade aanrichtte.

Dat de ziekte op pas ontgonnen grond reeds in het eerste cultuurjaar kan optreden, bleek bij de ontginning van een perceel heidegrond te Achterveld bij Dedemsvaart. In 1935 stond hier voor het eerst rogge, die zeer schraal en bovendien in sterke mate door Cercosporella aangetast was. In de oorspronkelijke heidegrond kwam veel Buntgras (*Corynephorus canescens* P. B.) voor, waarop echter geen oogvlekken werden aangetroffen.

4. SYMPTOMEN

De oogvlekkenziekte is hoofdzakelijk een tarweziekte, zoodat hier de symptomen op tarwe zullen worden beschreven.

In overeenstemming met de waarnemingen van Foëx (16. 17), maar in tegenstelling met die van Sprague en Fellows (74), worden de symptomen van de oogvlekkenziekte reeds in het

najaar op de jonge planten gevonden. Het tijdstip, waarop men deze aantreft, is echter in hooge mate afhankelijk van het tijdstip van zaaien. Bij vroege zaai (eind September en begin October) kunnen de eerste symptomen reeds in November of in December waargenomen worden. Men ziet dan bruine verkleuringen op het koleoptiel op de hoogte van het grondoppervlak. De verkleuringen breiden zich spoedig uit en vormen een licht gekleurd ovaal vlekje (oogvlek) met bruine rand. Al spoedig treft men deze oogvlekken ook op de bladscheeden aan, terwijl de zijspruiten aangetast worden. De schimmel dringt daarbij door de bladscheeden heen, en eenmaal aan de binnenzijde van een bladscheede aangekomen, stapt hij om zoo te zeggen over op de volgende. De oogvlekken worden dan ook bij het achtereenvolgens wegnemen van de bladscheeden juist onder elkaar gevonden. Reeds in het najaar kan men in de oogvlekken zwarte vlekjes waarnemen, die gevormd worden door myceliumophoopingen van de schimmel en die zeer karakteristiek voor de oogvlekkenziekte zijn.

In het voorjaar zijn de symptomen nog dezelfde (Plaat XIV, fig. 1*b*), alleen kan men talrijke spruiten aantreffen, die tengevolge van de aantasting zijn afgestorven. De zwakste schijnen in het algemeen het eerst aangetast te worden.

In 1935 werden van half Januari af zeer talrijk aangetroffen symptomen, die op het eerste gezicht aan die van Cercosporella deden denken, maar bij nader onderzoek het gevolg waren van de aantasting door twee andere schimmels.

Hoewel deze beide schimmels voor de graancultuur vermoedelijk van weinig of geen belang zijn, is het voor een diagnose van de Oogvlekkenziekte noodzakelijk de bedoelde symptomen hier te bespreken.

De symptomen van de eerste soort bestaan uit vrijwel egale bruine tot donkerbruine of bijna roodbruine verkleuringen van de bladscheeden. Deze verkleuringen hebben gewoonlijk een langgerekte vorm en zijn vooral op de bovengrondsche deelen van de bladscheeden te vinden. Door de egale kleur en de langgerekte vorm zijn deze vlekken meestal op het eerste gezicht van de Cercosporella-aantasting te onderscheiden (Pl. XIV, fig. 1*d*).

De symptomen van de tweede soort bestaan, evenals die van de oogvlekkenziekte, uit lichtgekleurde vlekken met een bruine rand, die zich dicht bij de grond of later ook hooger op de bladscheeden bevinden. De vlekken zijn over het algemeen wat onregelmatiger van vorm, soms min of meer rond, andere weer scheef ovaal of meer langgerekt, met een scherpe afscheiding tusschen het lichtgekleurde midden en de bruine rand. (Pl. XIV, fig. 1*c* en Pl. XV, fig. 4 en 5). Bij de oogvlekkenziekte is de over-

gang van licht gekleurd midden naar de bruine rand geleidelijk. Verder is een kenmerkend verschil, dat bij de oogvlekkenziekte in de oogvlekken zwarte vlekken (myceliumophoopingen) worden vonden. Bij de vlekken met scherpe rand vindt men eveneens myceliumophoopingen, die echter licht van kleur zijn (grijsviolet tot grijsbruin).

Het onderzoek over de schimmels, die deze symptomen veroorzaken, is nog niet afgesloten. Een mededeeling hierover zal later volgen.

Bij het uitgroeien van de planten in het voorjaar komen de symptomen van de Oogvlekkenziekte, die zich tot nog toe uitsluitend op de hoogte van de grond ontwikkelden, ook hooger voor en vallen daardoor eerder in het oog. De schimmel is zoover doorgedrongen, dat deze bij het uitgroeien van de halm er op overgaat en de halm in het eerste en soms ook in het tweede internodium aantast (Pl. XV, fig. 3). De aantasting heeft evenwel dicht bij de grond plaats, zoodat de vlekken zelden hooger dan 5 cm boven de oppervlakte daarvan gevonden worden. Ook op de halm worden aanvankelijk typische, eenzijdige oogvlekken gevormd, die later dikwijls moeilijk terug te vinden zijn, omdat de schimmel, vooral bij ernstige gevallen, de geheele halmvoet aantast, zoodat het karakter van de oorspronkelijke oogvlek verloren gaat. Bovendien worden, in sterkere mate dan op de bladscheeden, zwarte myceliumophoopingen gevormd, die dikwijls min of meer samenvloeien, waardoor het ziektebeeld soms zeer veel gaat gelijken op dat van de tarwehalmdooder (*Ophiobolus graminis*).

Omstreeks begin Juni en ook later nog kunnen de halmen, zonder dat er een uitwendige oorzaak voor te vinden is (dus zonder regen of wind), naar alle kanten gaan vallen (Pl. XVII, fig. 9 en Pl. XVIII, fig. 10), waarbij de stengel op de plaats van de aantasting, dus onmiddellijk boven de grond, omknikt (Pl. XVI, fig. 6). De verbinding tusschen halm en wortels blijft daarbij meestal in stand, zoodat het transport van water, zij het in verminderde mate, kan doorgaan. Zou het watertransport niet doorgaan, dan zouden alle omgevallen halmen afsterven en dit nu is meestal niet het geval. De ernstig aangetaste halmen sterven voor een deel voortijdig af en worden wit; het grootste gedeelte van de halmen blijft echter groen en vertoont dan dikwijls bij het afrijpen een grauwe kleur, die bij een gezond gewas niet voorkomt. Is de ziekte gemakkelijk te herkennen, wanneer het gewas bij stil weer naar alle kanten gaat vallen, moeilijker is het, wanneer het door wind of regen gaat legeren. Daarbij valt het meestal één kant uit (Pl. XVIII, fig. 11) en een onderzoek van de halmbasis is noodig om

uit te maken, of men met Oogvlekkenziekte te maken heeft of niet. Is de basis alleen doorgebogen, dan heeft men met legeren als gevolg van te dichte stand of overmatige stikstofbemesting te maken. Is de basis daarentegen geknikt, dan is de oorzaak in de Oogvlekkenziekte te zoeken. Het vinden van doode aren kan ook op een aantasting van de Tarwehalmdooder (Ophiobolus) wijzen. Bij een Ophiobolus aantasting zijn de wortels en de uitstoelingsknoop zwart en rot (Pl. XIV, fig. 1*a*), terwijl bij de Oogvlekkenziekte de wortels nooit en de uitstoelingsknoop in mindere mate wordt aangetast. Bij een hevige aantasting door Ophiobolus breken bij het uittrekken van een halm de wortels af, zoodat men de geheele plant met de zijstengels en wortelstompjes optrekt. Bij de Oogvlekkenziekte breekt de halm in de knik af en blijft de uitstoelingsknoop in de grond achter. Bij Ophiobolus wordt nooit een omvallen der halmen waargenomen.

Wanneer door een sterke woekering van secundaire schimmels op de omgeknikte halmen de geheele halmvoet zwart en rot wordt, is een diagnose omstreeks de oogsttijd dikwijls niet te stellen.

Bovendien komt een legeren van de tarwe voor, veroorzaakt door Fusarium spec. Hierbij knikt echter in het algemeen de halm in het tweede internodium om, en is deze over een groote lengte aangetast. Deze Fusarium-aantasting werd in de drie laatste jaren slechts tweemaal op tarwe aangetroffen (veel algemeener op rogge, Pl. XVI, fig. 7) en in beide gevallen op zandgrond, waar de Oogvlekkenziekte zelden voorkomt, zoodat met een verwisseling van beide ziekten op klei- en zavelgronden nauwelijks rekening gehouden behoeft te worden.

Van Juni tot aan de oogst vindt men zeer dikwijls op de halmen tot 20 of 30 cm boven de grond kleine tot middelmatig groote oogvlekken met bruine rand. Zwarte myceliumophoopingen treden hierbij niet zoo dikwijls op. Deze oogvlekken ontstaan vermoedelijk grootendeels ten gevolge van secundaire infectie door sporen, die lager op de plant gevormd worden, en zij dringen niet diep door, zoodat zij nooit tot legering aanleiding geven.

5. AETIOLOGIE

ISOLATIE- EN INOCULATIEPROEVEN.

Van begin November af werden schimmels uit aangetaste planten geïsoleerd, waarbij *Cercosporella herpotrichoides* (Fron) emend. Sprague en *Penicillium* aanvankelijk vrijwel uitsluitend optraden. Later in het seizoen werd behalve Cercosporella een groot aantal andere schimmels geïsoleerd, die in cultuur de langzaam groeiende Cercosporella meestal snel overwoekeren. Zoo-

lang de ziekte zich nog als oogvlekken op de bladscheeden voordoet, is het in de meeste gevallen bij zorgvuldig isoleeren van de het laatst aangetaste bladscheede mogelijk Cercosporella zonder veel andere schimmels in reincultuur te krijgen. Is de ziekte eenmaal zoover doorgedrongen, dat de halm rondom aangetast is, dan is het dikwijls onmogelijk Cercosporella uit zieke weefsels te kweeken. Meer succes heeft men met het overenten van het lichtgrijze mycelium, dat zich in de mergholte van het onderste halmlid bevindt. Hierbij krijgt men bijna steeds Cercosporella in cultuur. De naast *Cercosporella* optredende schimmels zijn o.a. *Fusarium* ssp., *Cladosporium*, *Penicillium*, *Pestalozzia* en vele niet gedetermineerde soorten. Uit de myceliumophoopingen (stroma) op de bladscheeden en de halmen werd aanvankelijk dikwijls Cladosporium gekweekt, zoodat eerst betwijfeld werd of deze zwarte myceliumophoopingen bij de ziekte behoorden. Tenslotte bleek ook Cercosporella in de meeste gevallen aanwezig te zijn. Uit de secundaire oogvlekken, die hooger aan de stengel optreden, kon eveneens Cercosporella geïsoleerd worden.

Uit deze proeven blijkt, evenals Foëx en Rosella (16) en Sprague en Fellows (74) reeds eerder aantoonden, dat Cercosporella in de oogvlekken zoowel op de bladscheeden als op de halm in de meerderheid van de gevallen aanwezig is. Voor de latere aantasting, waarbij de halmvoet vrijwel geheel zwart wordt en omknikt is het bewijs voor het overheerschen van Cercosporella door isolatieproeven moeilijk te brengen. Ook Moritz en Bockmann (50) vonden in dit stadium van de ziekte een groot aantal schimmels, waarbij dikwijls Fusarium-soorten. Maar ook hun gelukte het in de meeste gevallen uit de mergholte uitsluitend Cercosporella te kweeken, zoodat dit blijkbaar de schimmel is, die in dit stadium het verst doordringt. Of hierbij Fusarium-soorten uit parasitair oogpunt beteekenis hebben en de ziekte kunnen verergeren, of dat het slechts begeleidende schimmels zijn, is nog niet uitgemaakt.

Sprague en Fellows (74) noemen Cercosporella „the primary invader" en hechten blijkbaar aan „the usual Fusaria" uit parasitair oogpunt niet veel waarde. Moritz en Bockmann (50) daarentegen zijn van meening, dat Fusarium wel degelijk een rol bij de ziekte kan spelen. Uit proeven op kiemplanten bleek namelijk, dat *Cercosporella* en *Fusarium culmorum* tezamen de planten meer schade toebrengen, dan elk dezer schimmels afzonderlijk.

Dat Schmidt en Feistritzer (70) bij de bestudeering van de legering van de tarwe in 75% van de gevallen Fusarium isoleerden, moet vermoedelijk aan een gebrekkige isolatietechniek toegeschreven worden.

Uit inoculatieproeven blijkt, dat *Cercosporella herpotrichoides* op kiemplanten, die in gesteriliseerde grond groeien, het volledig ziektebeeld teweeg kan brengen, dus behalve de typische oogvlekken (Pl. XIV, fig. 2) ook een aantasting rondom de halmvoet en legering. Fusariumsoorten veroorzaken bij jonge planten het afsterven van de geheele plant, bij oudere planten bruine verkleuringen van bladscheede en halm, maar nooit oogvlekken.

Uit de vlekken op de bladscheeden, die, zooals in het vorige hoofdstuk vermeld is, met oogvlekken verward kunnen worden, werden twee schimmels gekweekt, die tot nog toe niet fructificeerden. Met deze schimmels konden op tarweplanten typische symptomen van de vlekken, waaruit zij geïsoleerd waren, teweeggebracht worden, te weten egaal gekleurde langgerekte bruine vlekken en scherp omrande vlekken met licht centrum. Soms werden deze schimmels ook als begeleiders uit echte oogvlekken geisoleerd.

Leptosphaeria werd niet uit zieke planten geisoleerd. Ook Moritz en Bockmann (50) vermelden uitdrukkelijk, dat Leptosphaeria bij hun isolatieproeven niet werd gevonden, terwijl Sprague en Fellows (74) Leptosphaeria in het geheel niet noemen. Foëx en Rosella maken later ook weinig melding van Leptosphaeria. Het meest nog wordt deze fructificeerend op de stoppels gevonden.

GROEI VAN CERCOSPORELLA IN REINCULTUUR.

Algemeene kenmerken. Om de groei te bestudeeren en verschillen in pathogeniteit na te gaan werd met een groot aantal verschillende isolaties gewerkt. Wegens de moeilijkheden, ondervonden bij het verkrijgen van sporen, werden geen éénspoorculturen van deze isolaties gemaakt. De veelcelligheid van de sporen biedt trouwens niet voldoende waarborgen voor de genetische eenheid van dergelijke culturen. Tot nog toe zijn de stammen, wat hun groeivorm en kleur betreft, op een enkele uitzondering na, constant gebleven. De eerste isolaties en de stammen afkomstig van Foëx en Sprague zijn reeds langer dan $2\frac{1}{2}$ jaar in cultuur. In tabel 1 zijn de gebruikte stammen opgesomd.

Op vaste voedingsbodem vormt de schimmel eerst een ongeveer $\frac{1}{2}$ cm hooge koepel van dicht luchtmycelium, daarna begint zij over de agar uit te groeien, eveneens een dicht luchtmycelium vormend. De kleur van het luchtmycelium varieert bij de verschillende stammen van grijsgroen tot grijsbruin of blauwachtig grijs. De schimmel groeit goed op mout- en kers-, iets minder goed op havermoutagar.

TABEL 1.

VINDPLAATSEN, WAARDPLANTEN EN DATA VAN ISOLATIE
(*List of sources of origin, hostplants and dates of isolation of the strains used*)

Aanduiding (*Abbreviation*)	Afkomstig van (*Origin*)	Geïsoleerd van (*Isolated from*)	Tijdstip van isolatie (*Date of isolation*)
F	Centraalbureau voor schimmelcult., afkomstig van E. Foëx, Frankrijk	tarwe? (Trit. vulg.)	ontv. begin '34
Sp	Centraalbureau voor schimmelcult., afkomstig van R. Sprague, U.S.A.	tarwe?	ontv. begin '34
C	Colijnsplaat, Zeeland	w.tarwe	voorjaar '33
Si 1	Silvolde, Gelderland	w.tarwe	,, '33
E	Eenrum, Groningen	w.tarwe	najaar '34
Ow	Oostwold, Groningen	w.tarwe	,, '34
U	Usquert, Groningen	w.tarwe	,, '34
Ka	Kantens, Groningen	w.tarwe	,, '34
H 1	Hemmen, Gelderland	w.tarwe	winter '35
Kl	Klaaswaal, Zuid-Holland	w.tarwe	,, '35
Kr.	Krabbendijke, Zeeland	w.tarwe	,, '35
B	Bunnik, Utrecht	w.gerst (Hord. vulg.)	voorjaar '35
Z	Zeeuwsch Vlaanderen, Zeel.	w.tarwe	,, '35
Wa 1	Wageningen, Gelderland	w.rogge (Trit. cer.)	,, '35
Wa 2	Wageningen, Gelderland	w.rogge	,, '35
Gr	? Groningen	w.rogge	,, '35
Ki	Kimswerd, Friesland	Alopecurus myosuroides	,, '35
Ob	Oude Bildtzijl, Friesland	w.gerst	,, '35
M	Midden Beemster, N.-Holland	w.tarwe	,, '35
Si 2	Silvolde, Gelderland	w.gerst	,, '35
Gp	Groetpolder, N.-Holland	w.tarwe	,, '35
Wi	Wieringermeer, N.-Holland	w.tarwe	zomer '35
Gb	Duitschland, uit stoppels ontvangen van Görbing	w.tarwe	,, '35
H 2	Hemmen, Gelderland	Poa pratensis	,, '35

Naar de kleur van het luchtmycelium op moutagar zijn de stammen als volgt te groepeeren:

Kleur blauwachtig grijs	Sp
Kleur bruingrijs	C
Kleur groengrijs-muisgrijs in verschillende tinten	de andere stammen

Op moutagar wordt soms een stof gevormd, die de voedingsbodem geel kleurt.

De stammen F, Sp, E, H 1, Kr, B, Wa 1, Wa 2, Gr, Ob, Wi, Gb	verkleuren de agar niet of zwak
De stammen C, Si 1, Ka, Kl, Si 2, Gp, Ki	verkleuren de agar matig
De stammen U, Z, M, H 2	verkleuren de agar sterk

Wat de groeiwijze betreft, onderscheidt zich vooral Sp door zijn breede myceliumkoepel boven de entplaats. Overigens verschillen de stammen in de rand van het mycelium. Bij sommige is de rand vlak, d.w.z. bestaat uit hyphen aan de oppervlakte van de agar, terwijl het luchtmycelium eerst op één tot eenige mm van de rand gevormd wordt, bij anderen volgt het luchtmycelium de hyphen aan de oppervlakte onmiddellijk, zoodat deze van boven niet te zien zijn, de rand is hier bol. Tusschen deze uitersten zijn allerlei overgangen te vinden.

In een cultuur van stam Ki trad een sector op (Ki III), die opviel door het vrijwel ontbreken van luchtmycelium. Deze sector blijft bij overenten constant en is op moutagar gekenmerkt door een donkerbruine kleur, die afkomstig is van het mycelium in de agar, dat door het vrijwel ontbreken van luchtmycelium sterk op de voorgrond treedt. Ki III kleurt de moutagar sterk geel.

Invloed van de temperatuur. De invloed van de temperatuur op de groei van de schimmel op moutagarplaten blijkt uit tabel 2 en tekstfig. 2. Na het overenten van gelijke stukjes mycelium werden de petrischalen eenige dagen bij 18° geplaatst, daarna bij de verschillende temperaturen. Van de stammen C en Si 1 werden bij elke temperatuur 2 schalen geplaatst, alleen bij 0° en 2,5° C 6 schalen. De groei werd om de 7 à 8 dagen in vier richtingen gemeten. Het bleek, dat de groei tot en met 12° in de eerste en de tweede week niet verschilde, boven 12° werden vooral bij die temperaturen, waarbij de groei het snelst was (19,5 en 23°) in de tweede week geringere groei waargenomen. Voor het samenstellen van fig. 2 werd bij deze temperatuur alleen de groei gedurende de eerste week in rekening gebracht. Bij de lagere temperaturen was de groei op de verschillende schalen in verschillende richtingen gemeten, zeer constant; bij de temperaturen boven 20° traden grootere variaties op, zoodat de gemiddelde cijfers minder betrouwbaar zijn.

Ter vergelijking werden tegelijkertijd eenige groeiproeven op moutagar aangezet bij temperaturen van 0–8,5° C met *Ophiobolus graminis*, stam A. 5 van Moritz. Ook hier werden bij elke

TABEL 2.

GROEISNELHEID VAN CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES BIJ VERSCHILLENDE TEMPERATUREN

(*Rate of growth of Cercosporella herpotrichoides at different temperatures*)

Temp. in °C	Proefduur in dagen (*Duration of exper. in days*)	Gemiddelde groeisnelheid in mm/dag (*Average rate of growth in mm/day*)			
		Stam C (*Strain C*)		Stam Si 1 (*Strain Si 1*)	
0	15	0,32		0,34	
2,5	15	0,43		0,45	
4,5	15	0,53		0,56	
8,5	14	0,74		0,80	
12	14	0,90		0,99	
		Eerste week (*First week*)	Tweede week (*Second week*)	Eerste week (*First week*)	Tweede week (*Second week*)
19,5	14	1,36	1,08	1,46	1,13
23	15	1,36	1,29	1,43	1,22
25,5	13	0,59	0,77	0,86	0,82
28	13	0,15	0	0,31	0,25
30	13	0	0	0	0

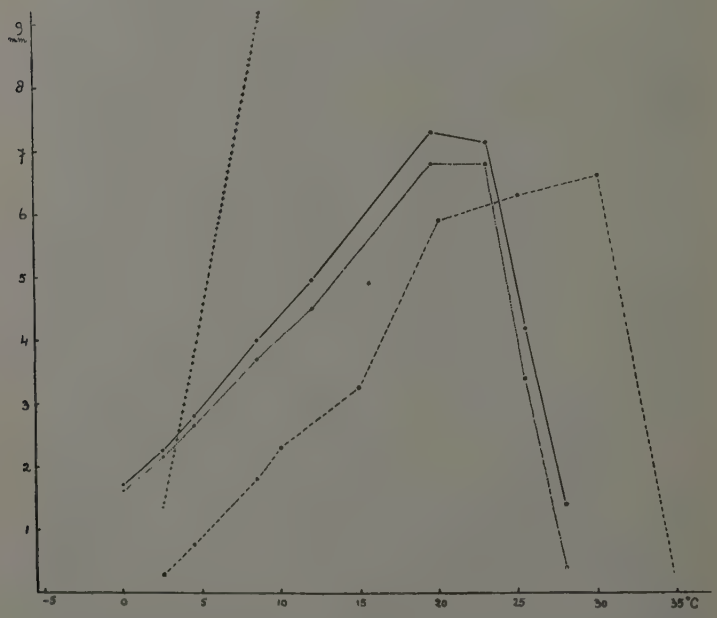

Fig. 2. Invloed van de temperatuur op de groeisnelheid van Cercosporella en Ophiobolus in petrischalen. ——— C. herp. stam Si 1; ····· C. herp. stam C in mm per 5 dagen. - - - - - - Oph. gram. in mm per dag. ++++ Oph. gram. groeisnelheid uitgezet in dezelfde verhouding als bij Cerc. (in mm per 5 dagen) om het verschil bij lage temperatuur aan te geven.

(Influence of temperature on the rate of growth of Cercosporella and Ophiobolus in petridishes. ——— C. herp. strain Si 1; ····· C. herp. strain C in mm/5 days. - - - - - - Oph. gram in mm/day. ++++ Oph. gram., grate of growth drawn to the same scale as Cerc. (in mm/5days) to illustrate the difference at low temperatures.

temperatuur 2 schalen geplaatst. Later werd de groei van Ophiobolus ook bij hoogere temperaturen bepaald. Zie tabel 3 en fig. 2.

Tabel 3.

GROEISNELHEID VAN OPHIOBOLUS GRAMINIS BIJ VERSCHILLENDE TEMPERATUREN

(*Rate of growth of Ophiobolus graminis at different temperatures*)

Temp. in °C	Proefduur in dagen (*Duration of exper. in days*)	Gemiddelde groeisnelheid in mm/dag (*Average rate of growth in mm/day*)	Temp. in °C	Proefduur in dagen (*Duration of exper. in days*)	Gemiddelde groeisnelheid in mm/dag (*Average rate of growth in mm/day*)
0	13	0	15	9	3,25
2,5	13	0,27	20	5	5,92
4,5	13	0,75	25	5	6,29
8,5	13	1,81	30	5	6,63
10	9	2,31	35	5	0

Het blijkt, dat Cercosporella een langzaam groeiende schimmel is, met een optimum tusschen 20° en 23° en een minimum dat geëxtrapoleerd bij ongeveer –5° C ligt. De groeisnelheid van de C stam is overal geringer dan die van de Si 1 stam. Ophiobolus heeft een optimum bij 25 à 30°; bij deze temperatuur groeit Ophiobolus bijna vijfmaal zoo snel als Cercosporella bij zijn optimum (20°). Opmerkelijk is nu, dat beide schimmels bij ± 3,5° even snel groeien, terwijl beneden deze temperatuur de groei van Ophiobolus zeer spoedig volkomen tot stilstand komt, maar Cercosporella zelfs nog bij 0° een zeer duidelijke, zij het langzame, groei vertoont. Cercosporella is dus, wat ook uit het optimum blijkt, een schimmel, die uitstekend aan lage temperaturen is aangepast.

Sporenvorming. De meeste onderzoekers (Foëx en Rosella, 16–18; Sprague en Fellows, 74; Schaffnitt, 68; Moritz en Bockmann 50) ondervonden aanvankelijk moeilijkheden met het verkrijgen van de sporen. Foëx heeft jarenlang den veroorzaker van de oogvlekkenziekte als „champignon x" aangeduid, omdat hij hem niet tot fructificeeren kon brengen. Moritz en Bockmann (50), die hierover meer uitgebreide onderzoekingen gedaan hebben, deelen als hun meening mede, dat vooral schrale voedingsbodems en wisselende temperatuur de sporenvorming in de hand werken. Bij mijn eerste proeven, in deze richting opgezet, werden als temperaturen aangewend constant 3°, constant 6°, constant 18°, afwisselend 16 uur onder 0 (gem. –3°) en 8 uur 10°, idem 0° en 10° en idem 3° en 10°. De stammen F, Sp, C en Si 1, op grond- en op wateragar in petrischalen geënt, werden

voor deze proeven gebruikt. De groei was zeer langzaam en schraal, luchtmycelium werd er practisch niet gevormd, toch werden er in geen enkel geval sporen gevormd. Na 20 dagen werd een deel van de schalen naar kamertemperatuur overgebracht, terwijl een ander deel met ultraviolet licht bestraald werd. Sporen werden ook nu niet gevormd.

De proeven werden daarna voortgezet met rolculturen, die na eenige dagen bij kamertemperatuur te hebben gestaan, buiten werden neergezet bij wisselende temperatuur van onder 0° tot 15°. Als voedingsbodem werd gebruikt aardappelstengelagar en moutagar. Door het wegnemen van reepjes agar met mycelium werd de schimmel genoodzaakt over het glas te groeien, waarbij in het algemeen sporenvorming optrad, vooral wanneer de reepjes agar niet aan de rand van het mycelium maar midden uit werden weggenomen. Het daarbij van meerdere kanten over het glas groeien van het mycelium is blijkbaar een prikkel voor het vormen van sporen. Tenslotte werden ook sporen in de rolculturen op de agar gevonden. Zij vormden hier vrijwel kleurlooze massa's, dikwijls in kringen rondom de entplaats. In tabel 4 zijn de ver-

TABEL 4.

SPORENVORMING VAN CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES OP AARDAPPELSTENGELAGAR IN ROLCULTUUR BIJ WISSELENDE TEMPERATUUR

(*Formation of spores by Cercosporella herpotrichoides on potato stem agar at fluctuating temperature*)

Stam (*Strain*)	Sporenvorming op glas (*Formation of spores on glass*)	Sporenvorming op agar (*Formation of spores on agar*)	Stam (*Strain*)	Sporenvorming op glas (*Formation of spores on glass*)	Sporenvorming op agar (*Formation of spores on agar*)
F	goed	niet	E	niet	niet
Sp	niet	niet	Ow	goed	matig
C	goed	zeer goed	U	goed	matig
Si 1	goed	niet	H 1	goed	goed

schillen in sporenvorming, die de stammen op aardappelstengelagar vertoonen, samengevat. Op moutagar trad ook sporenvorming op, doch veel minder. Ook MORITZ en BOCKMANN (50) vonden verschillen wat betreft de mate van sporenvorming bij hun verschillende isolaties. Vleeschkleurige conidiën, zooals door SPRAGUE en FELLOWS (74) op maismeel aangetroffen, werden niet gevonden.

Kieming van de sporen. De sporen zijn direct na hun ontstaan tot kieming te brengen. Op mout- en aardappelstengelagar kiemen zij goed, op de meer zure kersenagar niet. Gedurende

de kieming zwellen de sporen sterk op, behalve bij de aanvankelijk moeilijk zichtbare tusschenwanden, zoodat men hier insnoeringen ziet. Gedurende de kieming worden ook nieuwe celwanden gevormd, zoodat de oorspronkelijk 5–8-cellige spore tenslotte uit het dubbele aantal cellen kan bestaan (Fig. 3). Bij de kieming kunnen de uitgroeiende hyphen de aangrenzende deelen van de oorspronkelijke spore zoodanig op zij duwen, dat deze eigenaardige vormen kan aannemen.

De levensduur van de sporen werd niet onderzocht.

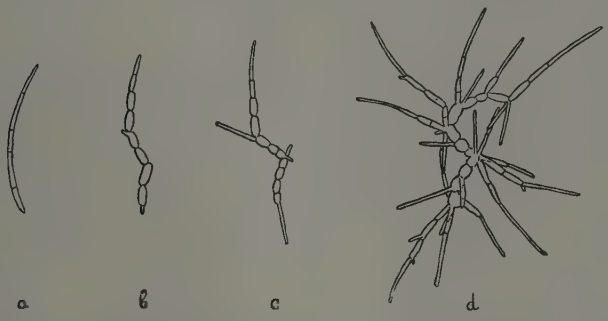

Fig. 3. Kiemende spore van Cercosporella in hangende druppel.
a. spore voor de kieming; *b*, *c* en *d*: kiemende spore resp. na 23, 29 en 48 uur (niet dezelfde spore als bij *a*).
Germinating spore of Cercosporella in hanging drop.
a. spore before germination; *b*, *c* and *d*: germinating spore after 23, 29 and 48 hours respectively (not the same spore as in *a*).

Rassen van de schimmel. Zooals hierboven reeds vermeld werd, zijn er tusschen de verschillende isolaties verschillen waar te nemen wat betreft de groeikenmerken op agar, de reactie op de temperatuur en de sporenvorming. Ook wat betreft de pathogeniteit zijn verschillen geconstateerd. Zie hiervoor hoofdstuk 7.

6. VERSPREIDINGSWIJZE VAN DE SCHIMMEL

Met stoppels, afkomstig van een ziek veld, kan men een veld, waar de ziekte niet voorkomt, besmetten.

In het najaar van 1934 werd een proefveld bij het Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek, waar de ziekte tot nog toe niet was gevonden, direct na de zaai met stoppels bestrooid; het volgend jaar trad de ziekte op het Laboratoriumterrein op.

Volgens Sprague en Fellows (74) werkt ook grond van een ziek veld besmettend, het lukte hen echter niet Cercosporella uit de grond te isoleeren. In tegenstelling hiermede zijn wij er in geslaagd

uit een suspensie van een zieke grond Cercosporella te isoleeren.

Dat de infectie in najaar en winter van de grond uitgaat, is zeer waarschijnlijk. De plaats van de aantasting juist op de grondlijn wijst reeds in deze richting. In gevallen, waar men graan na graan verbouwt, kan de infectie ook onmiddellijk van de stoppels uitgaan, maar dat komt in de praktijk weinig voor. Of grassen bij de primaire infectie in het najaar een rol spelen, staat nog niet vast. De verspreiding van de langs de kanten van velden en wegen voorkomende grassen zou dan door sporen moeten plaats vinden, maar, zooals gezegd, wijst de plaats van de aantasting meer op een grondinfectie.

Volgens Foëx en Rosella (12–14) werden, te beginnen met Maart, op oude aangetaste bladscheeden herhaaldelijk sporen van Cercosporella aangetroffen. Ook Sprague en Fellows (74) vonden gedurende het vroege voorjaar geregeld sporen op de zieke planten. Foëx en Rosella (17, 18) nemen aan, dat deze sporen door de wind verspreid kunnen worden. Bij hun veldproeven werden nl. contrôleveldjes, die onmiddellijk aan kunstmatig besmette veldjes grensden, aangetast. Volgens Sprague en Fellows (74) spelen de sporen zonder twijfel een rol bij de plotselinge uitbreiding van de ziekte in het voorjaar na hevige regenval; zij nemen aan, dat de sporen door het spatten van water verspreid worden, terwijl er in enkele gevallen aanwijzing was voor een verspreiding door de lucht.

Om iets meer over de verspreiding te weten te komen, werden de volgende proeven genomen:

Midden in een stuk tarwe, waar tot die tijd de ziekte niet was voorgekomen en dat op 18 October 1934 gezaaid was, werden op 18 December een twintigtal planten, die reeds in ernstige mate door *Cercosporella herpotrichoides* waren aangetast, op een kleine plek uitgeplant. Op dit veld was in 1931 zomergerst verbouwd, daarna bieten en twee jaar aardappels en erwten. Op ongeveer 50 m ten Zuiden van de plaats, waar deze planten uitgezet werden, begon een klein veldje, dat een jaar te voren met zieke stoppels was besmet en waarop nu tarwe was gezaaid, die de ziekte vertoonde. Nog 50 m verder lag een grooter proefveld, dat kunstmatig met stoppels was besmet. Ook op dit veld trad de ziekte in de loop van het voorjaar op.

In Juli werden op verschillende afstanden van het punt, waar de zieke planten in December waren uitgezet, ongeveer 200 halmen verzameld en op oogvlekken onderzocht. Daarbij bleek, dat over het geheele veld en wel tot op een afstand van 70 m secundaire infecties te vinden waren (dus vrij kleine, vrij hoog gelegen oogvlekken op de halmen), terwijl alleen in de onmiddellijke na-

bijheid van de opzettelijk uitgepote zieke planten (tot ± 10 m) ook infecties aan de halmvoet waren te vinden. De uitkomsten zijn in tabel 5 vermeld.

Tabel 5.

INVLOED VAN DE AFSTAND VAN EEN INFECTIEBRON OP HET VOORKOMEN VAN OOGVLEKKEN

(*Influence of the distance of the source of infection on the occurrence of eyespots*)

Afstand van infectiebron (*Distance of source of infection*)	Perc. halmen met oogvlekken (*Perc. haulms with eyespots*)	Afstand van infectiebron (*Distance of source of infection*)	Perc. halmen met oogvlekken (*Perc. haulms with eyespots*)
1 m ten N.	87	20 m ten N.W.	8
1 m ten Z.	56	20 m ten N. ..	10
5 m ten N.	28	35 m ten N. ..	8
10 m ten Z.	26	50 m ten N. ..	11
10 m ten N.	18	60 m ten N. ..	11
17 m ten W.....	18	70 m ten N. ..	1

Afgezien van de vraag, of de infecties op een afstand van 15–70 m afkomstig zijn van de opzettelijk aangebrachte infectiebron, is het belangrijk, vast te stellen, dat ernstige infecties in dit geval niet optreden op een afstand verder dan 10 m. Van een verspreiding op lange afstand is dus geen sprake. Hetzelfde blijkt ook in de praktijk. Daar kunnen volkomen gezonde perceelen direct, of alleen gescheiden door een sloot of een weg, aan zwaar zieke perceelen grenzen.

Bij een tweede proef werden steenen cylinders met jonge plantjes, die in steriele grond waren opgekweekt, in een besmet tarweveldje ingegraven. De 15 cm hooge cylinders werden zoo geplaatst, dat een direct contact met zieke planten niet mogelijk was. Het besmette tarweveldje was begin October bezaaid, terwijl de cylinders met planten eind Februari in het veld werden geplaatst. Een deel van de planten werd met 25–30 cm boven de grond uitstekende glazen cylinders omgeven.

Tegelijkertijd werd op een open plek tusschen de rijen tarwe gezaaid en deze ten deele omgeven met open cylinders of glazen stolpen. Door slechte opkomst leverde deze zaaiproef geen resultaat op.

De in steenen cylinders ingegraven planten groeiden goed op. In Juli werden de aangetaste halmen geteld. De resultaten zijn in tabel 6 samengevat.

TABEL 6.

VERSPREIDING VAN CERCOSPORELLA DOOR DE LUCHT
(*Dissemination of Cercosporella through the air*)

	Aantal halmen in 4 potten (*Number of haulms in 4 pots*)	Perc. aangetaste halmen (*Perc. of attacked haulms*)
Steriele grond met glazen cylinder (*Sterilized soil with glass-cylinder*)	101	11
Steriele grond zonder glazen cylinder (*Sterilized soil without glass-cylinder*)	89	31

Deze proef is niet geheel overtuigend, omdat grondinfectie, hoewel onwaarschijnlijk, niet absoluut uitgesloten was. Toch moet men aannemen, dat luchtinfectie een rol speelt, waar in dit geval het aantal aangetaste planten als gevolg van de aanwezigheid van een 25 à 30 cm hooge wand van 31% tot 11% gereduceerd werd.

7. VERBAND TUSSCHEN PLANT EN PARASIET

OP WELKE PLANTEN KOMT DE ZIEKTE VOOR?

Symptomen van de oogvlekkenziekte werden waargenomen op zomer- en wintertarwe, zomer- en wintergerst, rogge en haver. Bij grassen werden oogvlekken aangetroffen op:

Alopecurus myosuroides HUDS. . .	Duist	in of nabij zieke tarwe-perceelen.
Apera Spica-venti P. B.	Windhalm	
Poa annua L.	Straatgras	
Poa pratensis L.	Veldbeemd	
Triticum repens L.	Kweek	

Door SPRAGUE en FELLOWS (74) werden de symptomen waargenomen op *Agropyron inerme* RYDB.

Cercosporella werd geisoleerd van bovengenoemde granen en bovendien van de navolgende grassen:

Alopecurus myosuroides HUDS. . .	Duist
Apera Spica-venti P. B.	Windhalm
Poa pratensis L.	Veldbeemd

De weinige pogingen om Cercosporella uit oogvlekken van *Poa annua* L. en *Triticum repens* te isoleeren hadden geen succes, maar bij een zoo langzaam groeiende schimmel als Cercosporella is het

mislukken van een isolatieproef niet bewijzend voor het ontbreken van de schimmel.

Aan SPRAGUE en FELLOWS (74) gelukte het niet Cercosporella te kweken uit *Agropyron inerme*.

Uit inoculatieproeven (tabel 8) blijkt, dat Cercosporella kan infecteeren (behalve de granen) de grassen:

Echinochloa Crus-galli P. B. . . .	Hanepoot (infectie onzeker)
Phalaris canariensis L.	Kanariezaad
Agrostis stolonifera L (= *alba* L.) .	Fiorin
Deschampsia caespitosa P. B. . . .	Smeele
Arrhenaterum elatius J. et C. PRESL.	Fransch raai
Poa pratensis L.	Veldbeemd
Poa trivialis L.	Ruw beemd
Dactylis glomerata L.	Kropaar
Festuca pratensis HUDS.	Beemdlangbloem
Triticum repens L.	Kweek
Lolium perenne L.	Engelsch raai
Lolium temulentum L.	Dolik

Bij een aantal grassen werden met gunstig gevolg herisolaties uitgevoerd. Door SPRAGUE en FELLOWS (74) werden met gunstig gevolgd bovendien nog geinoculeerd:

Aegilops cylindrica HOST.
Aegilops ovata L.
Aegilops triuncialis L.

FOËX en ROSELLA (22,23) en FOËX (15) inoculeerden zonder resultaat een twintigtal grassen. Van deze zijn er zes, die in mijn infectieproeven aangetast werden.

In verband met praktijkervaringen, waarbij gebleken zou zijn, dat erwten een slechte voorvrucht is voor tarwe, werden ook inoculatieproeven genomen op erwten. Hieruit blijkt, dat de schimmel inderdaad erwten kan aantasten, zij het in niet ernstige mate. De herisolatie verliep negatief. Op het veld werden nooit symptomen van de oogvlekkenziekte op erwten waargenomen.

WELKE GEWASSEN WORDEN HET STERKST AANGETAST?

Van de wintergranen worden tarwe en gerst het sterkst aangetast, zoodat velden waarin 50% tot 100% zieke planten voorkomen, zeer algemeen zijn; het schijnt echter, dat de ziekte bij gerst niet zooveel schade doet als bij tarwe. Gevallen van ernstige opbrengstvermindering zijn mij althans niet bekend.

Op rogge werden de symptomen niet dikwijls gevonden, terwijl legering tengevolge van Cercosporella practisch niet voorkomt.

Slechts één geval is mij bekend geworden, waar rogge in sterke mate aangetast was. Het betrof hier een geval, waar heidegrond voor het eerst met rogge bezaaid was. Het mag wel waarschijnlijk geacht worden, dat abnormale cultuuromstandigheden hier de ziekte in de hand hebben gewerkt.

Cercosporella schijnt dus als veroorzaker van de legervoetziekte van de rogge geen rol te spelen. De oorzaak dezer ziekte is op het oogenblik nog niet met zekerheid aan te geven. Van oudsher staat als zoodanig bekend *Leptosphaeria herpotrichoides*, de roggehalmbreker, maar het is tot nog toe *niet* gelukt, deze schimmel uit gelegerde rogge te isoleeren. Wel kon herhaaldelijk een Fusariumsoort uit zieke roggestengels geïsoleerd worden. Ook Cercosporella kon uit ovale vlekken op de bladscheeden van rogge geïsoleerd worden, maar de aantasting ging in die gevallen nooit zoover, dat legering optrad, in tegenstelling met de Fusarium-aantasting, die de rogge wel tot legering brengt (zie blz. 193 en Pl. XVI, fig. 7). Het is hier niet de plaats, daarop verder in te gaan, alleen moet nog vermeld worden, dat WEIGERT en WEIZEL (77, 78) Cercosporella als veroorzaker van de „Lagerfusskrankheit" van rogge noemen.

Zomergranen worden in het algemeen weinig of niet door Oogvlekkenziekte aangetast. Toch zijn een aantal gevallen bekend, waarbij zomertarwe en in mindere mate ook zomergerst schade leden. Gedurende de driejarige onderzoekingen is het eerst in 1935 gelukt eenige haverperceelen op te sporen, die ernstig aangetast waren en ten gevolge van de ziekte legerden. Het betrof hier eenige perceelen op zavelgrond in de provincie Groningen.

Tarwe is dus verreweg het meest vatbaar, dan volgt gerst en tenslotte met groote afstand rogge en haver. Van deze laatste is rogge inderdaad zeer weinig vatbaar, terwijl haver wel vatbaar is (zie tabel 8), maar als zomergewas, evenals zomertarwe en zomergerst, in het algemeen aan de infectie ontsnapt.

VATBAARHEID VAN TARWESOORTEN EN -VARIËTEITEN EN VAN ANDERE GRANEN.

Verschillende tarwerassen en enkele andere granen werden in bakken in de kas uitgezaaid en na ± 2 weken geinoculeerd met Cercosporella stam Si 1. Hiertoe werden even onder de oppervlakte stukjes agar met mycelium tegen de plant aangelegd. De beoordeeling had plaats door telling van het aantal bladscheeden, dat de schimmel aangetast had. Was de schimmel ook tot op de halm doorgedrongen, dan werd de mate van aantasting van deze medegerekend. Gemiddeld werden van elk ras ongeveer 20 planten

TABEL 7.

INOCULATIEPROEF MET CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES (STAM Si 1) OP GRANEN. VOORJAAR 1934.

(*Inoculation-experiment with Cercosporella herpotrichoides (strain Si 1) on cereals. Spring 1934*)

Triticum vulgare: ..	–	T. polonicum	4
Juliana	–	T. persicum	3
Wilhelmina	–	T. monococcum vulg.	4
Carstens V	2	T. dicoccum	4
Imperiaal II*a* ...	5	T. spelta	4?
Vilmorin 23	4	T. compactum	5
Robusta	4		
Siegerländer.....	5	Wintergerst (var. ?) Hord. vulg...	4
Geldersche Ris ..	3?	Zomergerst (var. ?) Hord. vulg. ..	4
Van Hoek Zomer.	4	Winterrogge (var. ?) Trit. cereale.	0
Heine's Kolben ..	5		
		Zwarte President, Avena sativa ..	3
Trit. durum	5	Zegehaver (wit), Avena sativa ...	0
T. durum melanol...	5		

0 = geen infectie (no infection);
1 = zeer zwak (very slight);
2 = zwak (slight);
3 = matig (moderate);
4 = vrij sterk (rather heavy);
5 = sterk (heavy).

geinoculeerd. Het resultaat van deze proef is in tabel 7 vermeld. De rassen Juliana en Wilhelmina werden wel uitgezaaid, maar kwamen zeer slecht op, zoodat hiervan de vatbaarheid niet bepaald kon worden.

Uit deze proef blijkt, dat alle tarwerassen en soorten in sterke of vrij sterke mate aangetast worden door Cercosporella. Onder de beproefde buitenlandsche soorten, zooals monococcum, dicoccum, durum, spelt e.a. werd geen resistentie gevonden. Onder de inlandsche tarwe bezit alleen Carstens V een vrij groote resistentie en misschien ook Geldersche Ris, waarvan echter te weinig planten geinoculeerd konden worden. De twee onderzochte gersten zijn vatbaar; rogge is resistent en van de haver is er één resistent en één matig vatbaar. Zomertarwe en zomergerst zijn even vatbaar als wintertarwe en wintergerst, maar ontsnappen door het verschil in zaaitijd meestal aan de infectie. Belangrijke verschillen in resistentie zijn niet te vinden, alleen Carstens V is onder de omstandigheden van de proef duidelijk resistenter. Ook uit de veldwaarnemingen komen geen constante verschillen voor den dag, zooals in het volgende hoofdstuk zal blijken. Door de geringe specialisatie van Cercosporella (practisch alle onderzochte granen

en grassen kunnen aangetast worden) komt het zoeken naar resistente tarwevariëteiten als mogelijk bestrijdingsmiddel tegen de oogvlekkenziekte vermoedelijk niet in aanmerking.

RASSEN VAN DE SCHIMMEL IN VERBAND MET DE VATBAARHEID VAN GRANEN EN GRASSEN.

Nadat gebleken was, dat verschillende isolaties van Cercosporella zich verschillend gedroegen wat betreft cultuurkenmerken, sporenvorming en invloed van temperatuur, werden vijf stammen, die zich in bovenstaande kenmerken onderscheidden voor een inoculatieproef op granen en grassen gebruikt. De planten (twintig per Cercosporella-stam en per grassoort) werden op dezelfde wijze geinoculeerd als in de vorige proef, dus onder de grond. Alle geinoculeerde planten stonden in dezelfde kas. Niet geinoculeerde controleplanten bleven gezond, zoodat vermenging van de verschillende Cercosporella-stammen uitgesloten geacht kan worden. De ondergrondsche inoculatie en de geringe luchtvochtigheid in de kas is blijkbaar voldoende waarborg voor het ontbreken van sporen in de kas. Dit in tegenstelling met de waarnemingen van SPRAGUE en FELLOWS (74), die in kassen ook secundaire infecties (door sporen) waarnamen.

De vatbaarheid werd, evenals bij de vorige proef, bepaald door het aantal aangetaste bladscheeden te tellen. Bij de grassen, die dikwijls zeer fijn zijn en bovendien buitengewoon sterk kunnen uitstoelen, leverde de bepaling wel eens moeilijkheden op. De gevonden waarden voor de grassen zijn dan ook minder betrouwbaar dan die voor de granen. In tabel 8 zijn de resultaten van deze proef te vinden. Vraagteekens duiden op dubieuze infecties of op waarden, die uit slechts weinig planten werden verkregen. Uit deze proef blijkt, dat alle onderzochte granen en grassen (behalve misschien *Panicum Crus-galli*) door Cercosporella kunnen worden aangetast. Bovendien, dat de stammen duidelijke verschillen in virulentie vertoonen voor de verschillende granen en grassen. De stammen E, F en H 1, die veel op elkaar gelijken, tasten tarwe en gerst sterk aan, haver matig, rogge en kanariezaad niet of praktisch niet, de meeste grassen matig tot vrij sterk. Stam C tast tarwe, gerst en rogge praktisch niet aan, haver zwak tot matig, kanariezaad zwak en de meeste grassen matig tot vrij sterk. Stam Sp tast tarwe en gerst matig tot sterk aan, en de andere granen en grassen niet of praktisch niet. De stammen Sp, C en de groep E, F en H 1 zijn dus goed te onderscheiden. Of de stammen E, F en H 1 in virulentie verschillen, is niet zeker. Stam

Tabel 8.

INOCULATIEPROEF MET CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES (STAMMEN Sp, C, E, F EN H 1) OP GRANEN EN GRASSEN. VOORJAAR 1935

(*Inoculation-experiment with Cercosporella herpotrichoides (strains Sp, C, E, F en H 1) on cereals and grasses. Spring 1935*)

	Sp	C	E	F	H 1
Van Hoek Zomertarwe, Trit. vulg.	4	1	4	4	5
Abed Maja Zomergerst, Hord. vulg. ...	2–3	0	4	4	5
Petkuser winterrogge, Trit. cereale.....	1	0	1	0	0?
Gouden Regen haver, (geel), Avena sativa	0	2	3	2	2
Orion haver, (zwart), Avena sativa	0	2	2	2	2
Mansh. haver III, (wit), Avena sativa .	0	4	4	3	4
Kanariezaad, Premier, Phalaris canar. .	0	2	1?	0	1
Hanepoot, Echinochloa Crus-galli	0?	0?	1?	1?	0?
Fiorin, Agrostis stolonifera.....	0	3	4	1	0
Smeele, Deschampsia caespitosa.....	0	2	2	0	1
Fransch raai, Arrhenaterum elatius	0	3	1	1	0
Veldbeemd, Poa pratensis	0	2	3	2	2
Ruwbeemd, Poa trivialis	0	0?	3	1	3–4
Kropaar, Dactylis glomerata.....	0	2	2–3	1	0
Beemdlangbloem, Festuca pratensis ...	0	3	3	2	2
Kweek, Triticum repens	1	2	2	0?	1
Engelsch raai, Lolium perenne	1	3?	4	4	4
Dolik, Lolium temulentum.....	0	4	5	4	3

0 = geen infectie (no infection); 3 = matig (moderate);
1 = zeer zwak (very slight); 4 = vrij sterk (rather heavy);
2 = zwak (slight); 5 = sterk (heavy).

H 1 schijnt op tarwe en gerst nog iets virulenter, terwijl stam E op grassen het meest virulent is. Het is echter de vraag, of in verband met de dikwijls moeilijke bepaling van de graad van aantasting bij de grassen de verschillen reëel zijn.

INVLOED VAN DE TEMPERATUUR.

Aangezien de praktijk aanvankelijk de beide het meest voorkomende voetziekten der tarwe, nl. de Ophiobolus- en de Cercosporella-voetziekte, niet onderscheidde, bestond het vermoeden, dat tegenstrijdigheden in de praktijkwaarnemingen betreffende de zaaitijd ten deele teruggebracht konden worden op verschil in

temperatuuroptimum voor infectie van de beide schimmels Ophiobolus en Cercosporella.

Ten einde iets naders te weten te komen over de invloed van de temperatuur op de verhouding plant-parasiet werd een proef opgezet met zgn. Wisconsin-tanks, waarbij zinken potten gebruikt werden, die door onderdompeling in met water gevulde bakken op een constante bodemtemperatuur gehouden kunnen worden. Voor deze proef werden 6 bakken gebruikt, die op temperaturen van resp. 5°, 9°, 13°, 17°, 21° en 25° C gehouden werden. In iedere bak werden 4 potten geplaatst, gevuld met gesteriliseerde tuingrond, een mengsel van bladaarde, zand en klei. Een hiervan werd met Ophiobolus, twee met Cercosporella geïnoculeerd, terwijl de vierde niet werd geïnoculeerd (controle). Aangezien koeling voor het bereiken van de laagste temperatuur om economische redenen niet kon worden toegepast, moest deze proef genomen worden in een jaargetijde, waarin de laagste temperatuur van 5° althans niet te dikwijls werd overschreden, dus in de maanden Januari en Februari. In deze maanden is het licht te zwak om onder glas normale planten te verkrijgen, zoodat het door neonbelichting gedurende de nacht direct aansluitende bij de morgen werd aangevuld (neonlamp van 500 Watt op ± 1 m boven de bovenkant van de potten). De brandduur (per etmaal) werd zoodanig geregeld, dat de planten per etmaal ± 16 uur licht (daglicht + neonlicht) ontvingen. Nadere gegevens over de opstelling van de tanks zijn te vinden bij Jones (40) en Tanja (75). Belangrijk is, dat kon worden vastgesteld, dat dergelijke proeven met lage temperaturen zeer goed in de winter genomen kunnen worden, indien men voor voldoende belichting zorg draagt. De planten groeiden zeer goed en hadden een donkergroene kleur.

Gedurende twee etmalen voorgeweekt zaad van Van Hoek zomertarwe, werd op 15 Januari gezaaid, in elke pot 20 korrels. De opkomst verliep als volgt:

5°	9°	13°	17°	21°	25°
18	11	8	4	5	5

dagen na het zaaien

Begin April werden de potten, die bij 17, 21 en 25° gestaan hadden, overgebracht naar een warme kas zonder supplementbelichting. Omstreeks 20 April kwamen deze in aar. De potten bij 5, 9 en 13° bleven tot eind April bij het neonlicht. Zij kwamen eerst in Mei in aar. De potten, die bij de laagste temperatuur ston-

den konden tot half Februari op 5°-6° gehouden worden; de temperatuur liep daarna geleidelijk op zoodat omstreeks half Maart de gemiddelde temperatuur 8° bedroeg, terwijl deze begin April reeds tot gemiddeld 11° was gestegen.

Geïnoculeerd werd, toen het tweede blad van de plantjes juist zichtbaar was, te weten:

5°	9°	13°	17°	21°	25°
36	30	17	11	11	10

dagen na het zaaien

De inoculatie vond plaats door stukjes agar met mycelium onder de grond tegen de stengel te plaatsen. De resultaten waren de volgende:

Ophiobolus infecteerde niet; de planten waren even krachtig ontwikkeld als bij de controle.
Cercosporella infecteerde niet bij 13, 17, 21 en 25°; planten even krachtig ontwikkeld als bij de controle.
Bij 9°, sterke infectie, 75% legering.
Bij 5°, sterke infectie, 90% legering.

Een directe vergelijking van Cercosporella met Ophiobolus is door het mislukken van de Ophiobolus-infectie niet mogelijk. Wel kunnen de verkregen resultaten vergeleken worden met die door andere auteurs met *Ophiobolus graminis*, *Fusarium culmorum*, *Gibberella saubinetii* e.a. verkregen. Zie de samenvatting, die Garrett (31) hierover geeft. Cercosporella blijkt vooral bij lage temperatuur als parasiet op te treden. Geen van de door Garrett genoemde graanparasieten heeft bij temperaturen van 5° à 9° C een optimum. Voor het parasitisme van *Ophiobolis graminis* ligt b.v. het optimum in niet gesteriliseerde grond, bij verschillende omstandigheden, tusschen 10° en 20° C, in gesteriliseerde grond of min of meer steriel glaszand tusschen 20 en 25° C. Bij de bespreking van de invloed van de zaaitijd wordt hierop nader teruggekomen.

Het is interessant het lage temperatuuroptimum voor infectie met het lage temperatuuroptimum voor de groei van Cercosporella op agar te vergelijken.

INVLOED VAN DE BEMESTING.

Gedurende twee jaar werden proeven genomen met zandcultures, waaraan verschillende voedingszouten in wisselende hoe-

veelheden werden toegevoegd. De voedingsoplossingen werden behoudens kleine wijzigingen samengesteld naar de opgaven van Schaffnit en Volk (69). De planten werden kunstmatig met Ophiobolus en Cercosporella geinoculeerd. Elders zullen deze proeven uitvoeriger beschreven worden, zoodat hier volstaan kan worden met de vermelding van de resultaten, wat betreft Cercosporella.

De invloed van de bemesting op de mate van aantasting werd bepaald door de korrelopbrengst, de stroo-opbrengst en de halmlengte van geinoculeerde met die van niet geinoculeerde planten, die dezelfde bemesting hadden ontvangen, te vergelijken. Daarbij werd de opbrengst, resp. lengte van de controleplanten bij alle bemestingen op 100 gesteld en die van de geinoculeerde in % van de controle uitgedrukt. De korrelopbrengst van de zieke planten was bij alle bemestingen lager dan bij de controle. Bij de normale bemesting bedroeg de opbrengstvermindering van de aangetaste planten ongeveer 25%. Bij de andere bemestingen werden geen belangrijke afwijkingen van dit getal gevonden, behalve in de serie waar N en in die waar P was weggelaten. De zieke planten hadden geen aren gevormd, terwijl de controle een, zij het uitermate geringe, opbrengst opleverde. De vermindering van de korrelopbrengst van de zieke planten bedroeg daarom bij ontbreken van N en van P 100%. Bij alle bemestingen werd de opbrengstvermindering verkregen zonder dat legeren van de planten plaats vond. Bij de bepaling van de stroo-opbrengst blijkt, dat deze weinig wordt beinvloed door de ziekte. Bij sommige series was er een geringe opbrengstvermeerdering, bij andere een kleine vermindering van de aangetaste planten, vergeleken met de controle. Alleen bij de series zonder N en zonder P, waar geen halm gevormd werd, was de stroo-opbrengst van de zieke planten aanzienlijk lager.

De halmlengte was bij de geinoculeerde planten slechts weinig geringer dan bij de controle, behalve bij de planten zonder N en P, die geen halm hadden gevormd.

Samenvattend kan gezegd worden, dat P-gebrek en ook N-gebrek onder de omstandigheden van de proef de ziekte in de hand werken. De ziekte veroorzaakt bij de meeste bemestingsseries een belangrijke vermindering van de korrelopbrengst, zonder vermindering van de stroo-opbrengst en met een nauwelijks geringere halmlengte. Dit is in tegenstelling met de door Ophiobolus veroorzaakte ziekte, waarbij behalve de korrelopbrengst ook de stroo-opbrengst en de halmlengte aanzienlijk afneemt. Belangrijk is tenslotte, dat opbrengstverminderingen van $\pm$ 25% werden verkregen, zonder dat legering van de planten optrad.

8. INVLOED VAN VERSCHILLENDE FACTOREN OP HET OPTREDEN VAN DE ZIEKTE, TEVENS BESTRIJDINGSMAATREGELEN

In de laatste jaren is zeer veel gepubliceerd over de factoren, die het optreden van de Oogvlekkenziekte beïnvloeden. De oudere literatuur kan geheel buiten beschouwing blijven, eveneens een deel van de nieuwere, zooals de stukken van GAUDINEAU en GUYOT (32) en GUYOT (33), omdat daarin geen onderscheid werd gemaakt tusschen de verschillende voetziekten.

FEISTRITZER (11) en SCHMIDT en FEISTRITZER (70, 71) schrijven de in hun proeven optredende voetziekte toe aan *Fusarium culmorum* en *F. nivale*, terwijl Ophiobolus slechts zelden optrad en Leptosphaeria in het geheel niet werd gevonden. Het is niet duidelijk, met welke ziekte zij te doen gehad hebben, zoodat dit uitvoerige onderzoek voor een bespreking niet in aanmerking komt. BECKER (1) spreekt over het legeren van tarwe, dat door Fusarium veroorzaakt zou worden. Hoewel het vrij waarschijnlijk is, dat hier de Oogvlekkenziekte bedoeld wordt, moet ook dit artikel buiten beschouwing blijven. Eenige polemieken, die de laatste jaren vooral in de „Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft" en de „Deutsche Landwirtschaftliche Presse" verschenen over de voetziekten, lijden aan het zelfde euvel van onvoldoende nauwkeurigheid wat betreft de ziekteoorzaak, en geven overigens weinig nieuws. Van de overblijvende artikelen geven een aantal aanwijzingen over zaaitijd, voorvrucht, grondbewerking enz., zonder dat blijkt of deze aanwijzingen op proefnemingen berusten (BLUNCK, 2, 3), BOCKMANN (4, 5), HOFFMANN (38), MORITZ (49), SCHAFFNIT (67) en WEIGERT en WEIZEL (77).

Belangrijker zijn de artikelen, die de resultaten van eigen onderzoek en enquêtes vermelden. Wat betreft de Nederlandsche publicaties, kon door een persoonlijk contact met de schrijvers zekerheid worden verkregen, dat de waarnemingen op de Oogvlekkenziekte betrekking hadden. Voor een uitvoeriger bespreking komen in aanmerking de artikelen van CARRÉ (7), FOËX (15), FOËX en ROSELLA (18, 20, 21, 23), FRON (30, 30*a*), GUYOT (34), KERLEROUX (41), LABORATORIUM VOOR MYCOLOGIE (44), MEIJERS (48), MUNTINGA (51), RISPENS (61), SPRAGUE en FELLOWS (74), VEENSTRA (75), WEIGERT en WEIZEL (78, 79).

Sprague en Fellows (74) hebben, zonder eenig resultaat, proeven genomen met organische kwikverbindingen als stuifmiddel, aluminium, aluminiumsulfaat, sublimaat, kopersulfaat, zwavelbloem, borax en Bordeaux'sche pap.

Guyot (34), Foëx en Rosella (20, 21) en Carré (7) hebben besproeiingsproeven met zwavelzuur genomen tegen Oogvlekkenziekte. Guyot behandelde op verschillende tijdstippen in het voorjaar de tarwe met 1200 liter van een 12% oplossing per ha. In het eene jaar valt de tijd, dat de behandeling het gunstigst is in April, een ander jaar half Mei, terwijl in een derde jaar behandeling gedurende Maart, April en Mei weinig effect had. Guyot wijdt dit aan het klimaat, vooral aan de regenval gedurende de nawinter en het voorjaar. Over het effect van de besproeiing op de opbrengst wordt niet gesproken. Kerleroux (41) wijst er op, dat het tijdstip van behandeling moeilijk is vast te stellen, omdat het tijdstip, waarop de schimmel de plant aantast, verschillend is naar gelang van de omstandigheden. Vooral het tijdstip, waarop de schimmel van de bladscheede op de halm overgaat, is moeilijk vast te stellen. Foëx en Rosella (20, 21) vinden, dat besproeiing op verschillende tijdstippen met ongeveer gelijke hoeveelheden als Guyot gebruikte, weliswaar het percentage zieke planten doet verminderen, maar aan de andere kant dikwijls zeer schadelijk is voor het gewas. Bovendien kan een gunstige werking door een latere infectie weer volkomen te niet gedaan worden. Carré (7) beschrijft een proef, waarbij de besproeiing met zwavelzuur niet van boven geschiedt, maar opzij tegen de planten op een hoogte van 15 cm boven de grond. Het voordeel is, dat die deelen van de plant geraakt worden, die de ziekte herbergen. De proef had een zeer gunstig resultaat. De methode wordt tegelijkertijd toegepast om onkruid te bestrijden (Carré, 6). De behandeling geschiedt tusschen 15 April en 15 Mei, wanneer de planten ongeveer 40 cm hoog zijn. Gebruikt wordt 500–700 liter/ha van een 5–20% oplossing (zwavelzuur 55° B) voor zomertarwe en 20–30% voor wintertarwe.

Fron (30) heeft een proef genomen met neutraal ortho-oxychinoline sulfaat $(C_9H_7ON)_2SO_4H_2$, waarmee het zaad bepoederd wordt. De nawerking is zoo groot, dat primaire infecties vrijwel geheel uitblijven, waardoor de kans op een uitbreiding van de ziekte in het voorjaar in sterke mate verminderd wordt. Voor het zaad is het middel niet schadelijk. Later publiceert Fron (30*a*) de resultaten van verschillende veldproeven, waarbij het zaad bepoederd was met of ondergedompeld in chinolinesulfaat. In

April en Mei werden planten op de behandelde en onbehandelde perceelen geteld en bleek de aantasting bij de behandelde perceelen in de meeste gevallen ongeveer 60%, in één geval zelfs 80% minder te zijn dan bij de onbehandelde. Van enkele velden werd de opbrengst bepaald. Deze bleek na behandeling duidelijk hooger te zijn.

Op het proefveld van het Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek werden eenige proeven genomen met $CuSO_4$ en carbolineum, echter zonder eenig resultaat.

Op lichte grond bij Slochteren werd in 1934 verschil in legering door Oogvlekkenziekte geconstateerd op een perceel tarwe, dat ten deele met kalkstikstof was behandeld, ten deele niet. Het met kalkstikstof behandelde gedeelte vertoonde minder legering. In 1935 werd door den Heer Ir J. G. Veenstra, Rijkslandbouwconsulent te Groningen, een proefveld op zwaardere grond aangelegd, waarbij 275 of 350 kg kalkstikstof per ha gegeven werd

Tabel 9.

KALKSTIKSTOFPROEFVELD MET WINTERTARWE TE OOSTWOLD, 1934/35.

Voorvrucht wintertarwe, ernstig aangetast door Oogvlekkenziekte. Zaaizaad 100 kg/ha; veldjes van 1 are, in 3-voud; Carstens V, gezaaid 4 October 1934

(*Calcium cyanamide experiment with winter wheat at Oostwold, 1934/35. Preceding crop winter wheat, heavily attacked by Eyespot disease. Rate of seeding 100 kg/ha; plots of 1 are, in triplicate; Carstens V, sown Oct. 4, 1934*

Bemesting (*Manuring*)	Korrel-opbrengst in % van het veldje met 200 kg ammonsalpeter (= 3200 kg/ha) (*Yield of grain in % of the plot with 200 kg nitrate of ammonia = 3200 kg/ha*)	Stroo-opbrengst in % van het veldje met 200 kg ammonsalpeter (= 5870 kg/ha) (*Yield of straw in % of the plot with 200 kg nitrate of ammonia = 5870 kg/ha*)
Geen stikstof (no nitrogen).....	75,6	75,5
200 kg/ha ammonsalpeter (nitrate of ammonia).....	100,0	100,–
275 kg/ha kalkstikstof, 15 Nov. (calcium cyanamide).....	100,0	108,–
275 kg/ha kalkstikstof, 9 Febr. (calcium cyanamide).....	112,5	107,3
350 kg/ha kalkstikstof, 9 Febr. (calcium cyanamide).....	119,0	124,9
275 kg/ha kalkstikstof, 27 Febr. (calcium cyanamide).....	107,5	106,8
350 kg/ha kalkstikstof, 27 Febr. (calcium cyanamide).....	117,0	124,3

op 15 November, 9 en 27 Februari. Uit het mycologisch onderzoek van dit veld bleek, dat de onder de grond zittende deelen van de bladscheeden door de bestrooiing niet gedood werden en dat de schimmel uit deze deelen gemakkelijk geïsoleerd kon worden. Van een vermindering van de infectie was dan ook geen sprake. Toch blijkt uit de opbrengstcijfers (Tabel 9), dat de kalkstikstof een gunstige werking heeft uitgeoefend. Of deze aan een directe invloed op de plant, dan wel aan een vermindering van een (moeilijk waar te nemen) intensiteit van de ziekte moet worden toegeschreven, is niet zeker.

RESISTENTIE VAN RASSEN.

SPRAGUE en FELLOWS (74) vinden verschillen in resistentie bij veldproeven. Zoo zijn de compactum tarwes over het algemeen iets minder vatbaar, terwijl er onder de vulgare tarwes zeer vatbare zijn. Een van de minst vatbare onder deze laatsten is wel Queen Wilhelmina (ook wel Holland genoemd; deze is waarschijnlijk met onze Wilhelmina identiek). Verschillende zomertarwes, die in het najaar gezaaid worden, zijn matig resistent, omdat deze rassen meestal door uitwintering uitgedund worden. Hierdoor wordt een dunne stand verkregen, die niet zoo gunstig is voor de ontwikkeling van de schimmel. Deze rassen zijn echter zeer vatbaar, indien de stand dicht is en het weer vochtig.

Over het algemeen kan gezegd worden, dat geringe vatbaarheid samengaat met een of meer van de volgende eigenschappen: ondiep zittende uitstoelingsknoop met vlakke uitstoeling; stevig kort stroo en late rijping. Queen Wilhelmina en Hohenheimer zijn de beste voorbeelden van de matig resistente rassen.

Door WEIGERT en WEIZEL (78) konden bij rogge, die zwak door Cercosporella was aangetast, geen verschillen in vatbaarheid van verschillende rassen vastgesteld worden. FOËX en ROSELLA (23) beproeven 10 tarwerassen op hun vatbaarheid, maar kunnen geen duidelijke verschillen waarnemen. FOËX (15) vermeldt, dat bij een rassenproef waarbij 18 rassen verbouwd werden, een geringe aantasting werd waargenomen. Opvallende verschillen tusschen de rassen werden niet gevonden.

Ook VEENSTRA (76), MUNTINGA (51) en RISPENS (61) vonden bij onderzoek van een groot aantal praktijkvelden geen opvallende verschillen in vatbaarheid van de hier het meest verbouwde winterrassen.

Ook uit eigen waarnemingen blijkt, dat de vatbaarheid van de verschillende rassen vrijwel even groot is. Dit werd o.a. geconstateerd op het interprovinciale rassenproefveld in de Wilhel-

minapolder in 1934 (matige aantasting) en op een rassenproefveld in de Wieringermeer in 1935 (zwakke aantasting). Ook Ir J. D. Koeslag vermeldt in zijn verslag over de interprovinciale proefvelden in het jaar 1935, dat geen verschillen in vatbaarheid voor de Oogvlekkenziekte konden worden waargenomen. Alleen in de rassentuin van Prof. Ir H. K. H. A. Mayer Gmelin werden in 1935 vrij aanzienlijke verschillen in legering, veroorzaakt door Cercosporella, waargenomen:

weinig legering (10–20%):
Juliana, Carstens V, Mendel, Imperiaal II*a*, Wilobo, Algebra, Bemoist 40;

matige legering (30–40%):
Vilmorin 27, Prins Hendrik, Wilhelmina, Trifolium;

vrij sterke legering (50–60%):
Emma, Invicta, Kruisingsangel, Siegerländer, Robusta.

Algebra legerde voor 70%, maar was slechts in geringe mate door Cercosporella aangetast. Siegerländer was zeer slap, waardoor het aandeel, dat de ziekte had bij de legering, moeilijk is vast te stellen.

Op een naburig proefveld, dat op goede zandgrond gelegen was, werd een duidelijk verschil in aantasting tusschen Kruisingsangel en Robusta geconstateerd. Robusta was hier practisch gezond, terwijl Kruisingsangel matig was aangetast (Pl. XVII, fig. 8 en 9).

Over het algemeen blijkt wel, dat belangrijke verschillen in vatbaarheid van de tarwerassen niet worden gevonden. Treden een enkele maal groote verschillen op, dan zal in die gevallen meer aan verschillen van zaaidikte en stand gedurende het voorjaar gedacht moeten worden, dan aan rasverschillen. Ook bij kasproeven bleek, zooals in hoofdstuk 7 is beschreven, geen groot onderscheid tusschen de rassen op te treden.

INVLOED VAN HET KLIMAAT.

Het voorkomen van „voetziekte-jaren" wijst er op, dat het klimaat, zooals bij vele plantenziekten, een belangrijke rol speelt. Toch is er nog maar betrekkelijk weinig bekend over de aard van de factoren, die het tot stand komen van een epidemie bepalen. Guyot (34) en Kerleroux (41) hechten groote waarde aan de weersomstandigheden in het voorjaar, speciaal in Maart en April. In die tijd kunnen onder gunstige omstandigheden sporen gevormd worden (Foëx en Rosella, 12–14, Sprague en Fellows, 74), die, uitgaande van enkele planten, de rest van een

perceel kunnen besmetten. Een gunstige omstandigheid is dan vooral een hooge regenval, gelijkmatig over deze periode verdeeld. Een factor, die bovendien een groote rol speelt, is een dichte welige stand. KERLEROUX heeft overigens ook waargenomen, dat bij een droog voorjaar het aantal aangetaste planten geringer kan worden, d.w.z. dat de aantasting de ontwikkeling van de plant niet kan bijhouden en dus op de levende plantendeelen tenslotte niet meer gevonden wordt. De toestand van de bodem ten tijde van het zaaien heeft, zooals verschillende auteurs mededeelen, groote invloed. Deze staat sterk onder invloed van de weersomstandigheden voor en tijdens de bewerking; dit onderdeel kan echter beter bij cultuurmaatregelen besproken worden.

CULTUURMAATREGELEN.

Het veelvuldig optreden van voetziekten in granen wordt dikwijls toegeschreven aan de verhoogde verbouw van tarwe in de laatste jaren of aan moderne cultuurmethoden, waarbij te diep ploegen en te eenzijdig gebruik van kunstmest de natuurlijke toestand van de grond zou hebben bedorven. Het is zeer waarschijnlijk, dat het toenemen van de graanbouw het voorkomen van epidemieën in de hand werkt, maar er moet nadrukkelijk op gewezen worden, dat de Oogvlekkenziekte reeds in de vorige eeuw optrad en ook nadien herhaaldelijk ernstige schade aanrichtte (zie literatuuroverzicht), vóórdat tot de vergrooting van het jaarlijksche tarweareaal werd overgegaan. Om dezelfde reden kan ook het optreden van de Oogvlekkenziekte niet alleen aan de technische vervolmaking van deze tijd en het eenzijdige gebruik van kunstmest worden toegeschreven. Op het oogenblik is de stand van onze kennis over deze ziekte echter niet voldoende om de invloed van deze twee factoren vast te stellen. Ik wil daarom waarschuwen tegen de stelling, die in de laatste tijd verkondigd is, dat groenbemesting en stalmest, samen met niet te diep ploegen de Oogvlekkenziekte zouden tegengaan. M.i. berust deze stelling, althans wat de hier behandelde ziekte betreft, niet op reëele grondslag. Nadere proeven zullen moeten uitmaken, welke invloed bovengenoemde factoren op het optreden van de Oogvlekkenziekte hebben.

Zaaitijd. De gunstige invloed van laat zaaien wordt vermeld door BLUNCK (2, 3), BOCKMANN (4, 5), FOËX en ROSELLA (18, 20, 21), MORITZ (49), SCHAFFNIT (67), SPRAGUE en FELLOWS (74) en WEIGERT en WEIZEL (77, 79). FOËX en ROSELLA (20, 21) deelen daarbij mede, dat voorjaarszaai soms een sterkere infectie

geeft dan late najaarszaai. Over het algemeen werd echter in ons land geen bevestiging hiervan gevonden en was de voorjaarszaai het minst aangetast. De gegevens van verschillende enquêtes in Nederland zijn samengevat in tabel 10, waarbij opgemerkt dient te worden, dat de verschillende onderzoekers de zaaitijd in perioden van verschillende lengte hebben verdeeld.

TABEL 10.

INVLOED VAN DE ZAAITIJD OP DE MATE VAN AANTASTING DOOR CERCOSPORELLA

(*Influence of the time of sowing on the severity of attack by Cercosporella*)

Zaaitijd (*Time of sowing*)	Meijers, 1932 Groningen 298 velden (*298 fields*)		Lab. Myc., 1935 Hoeksche Waard 97 velden (*97 fields*)		Zaaitijd (*Time of sowing*)	Veenstra, 1933 Groningen 1877 velden (*1877 fields*)		Muntinga, 1935 Waard en Groet 170 velden (*170 fields*)	
	a	b	a	b		a	b	a	b
Eind Sept.	35	53	5	100	Eind Sept.	19	21	11	97
1–10 Oct.	32	44	18	47	1–15 Oct.	46	16		
11–20 Oct.	11	31	26	16	16–31 Oct.			45	48
21–31 Oct.	10	3	23	5					
1–10 Nov.	12	3	16	32	1–15 Nov.	25	8	35	39
11–21 Nov.			11	0	16–30 Nov.				
21–30 Nov.			1	0				9	33
Dec.			0	–	Dec.....	10	5		

a. Verdeeling van de velden over de zaaitijden in % van het totaal. (*Distribution of the fields over the sowing-times of % of the total number of fields*).

b. Ernstig en matig zieke velden in % van het aantal velden per zaaitijd. (*Heavily and moderately attacked fields in % of the number of fields per time of sowing*).

In het algemeen komt zeer duidelijk naar voren, dat vroege zaai (eind September en begin October) de kans op de ziekte sterk verhoogt. Bij latere zaai neemt de kans weliswaar af, maar bij zeer late zaai kan de ziekte nog in ernstige mate optreden. De volgende twee voorbeelden, die mij door Ir J. G. VEENSTRA, Rijkslandbouwconsulent te Groningen, ter beschikking werden gesteld, mogen verduidelijken, dat men bij de beoordeeling van bovenstaande cijfers betreffende de zaaitijd zeer voorzichtig moet zijn en ook de andere factoren, die de opbrengst bepalen in het oog moet houden; zoo kan lang niet op alle gronden laat gezaaid worden en zal men soms met een sterkere aantasting toch een hoogere opbrengst krijgen (Tabel 11 en 12).

TABEL 11. ZAAITIJDENPROEFVELD MET WINTERTARWE TE SIDDEBUREN, 1934/'35.

Voorvrucht krotenzaad; gezaaid naar 150 kg/ha; veldjes van 2 are; geen herhalingen, 3 rassen. Korrelopbrengst in % van Juliana, 4 Oct. (= 3880 kg/ha).

(*Experiment on the effect of different times of sowing; winterwheat; at Siddeburen, 1934/'35. Preceding crop garden beet, rate of seeding 150 kg/ha, plots of 2 ares, not replicated, 3 variaties. Yield in % of Juliana, 4 Oct. (= 3880 kg/ha).*

Zaaitijd (*Time of sowing*)	Korrelopbrengst Juliana (*Yield of grain*)	Korrelopbrengst Trifolium (*Yield of grain*)	Korrelopbrengst Invicta (*Yield of grain*)	Opmerkingen (*Remarks*)
4 Oct. ...	100	118	108	Cercosporella aanwezig; gelegerd. (*Lodged by Cercosp*).
18 Oct. ..	129	120	120	Cercosporella aanwezig, niet gelegerd. (*No lodging, Cercosp. present.*).
4 Nov. ..	126	105	114	Cercosporella aanwezig, niet gelegerd. (No *lodging, Cercosp. present*).

TABEL 12.

PROEFVELD MET WINTERTARWE TE RASQUERT, 1932/33.

Voorvrucht tarwe; gezaaid naar 150 kg/ha; Juliana. Grondbewerking: *a.* gebruikelijke intensieve bewerking (2 × ploegen, daartusschen verschillende malen cultiveeren), *b.* lichte bewerking (1 × stoppelploegen en 1 × cultiveeren). Korrelopbrengst in % van zaai op 29 Sept. en intensieve bewerking (= 4010 kg/ha).

(*Experiment with winter wheat at Rasquert, 1932/33. Preceding crop wheat; rate of seeding 150 kg/ha; Juliana. Preparation of soil: a. usual intensive cultivation (2 × ploughing and several times cultivating), b. light cultivation (1 × stubble ploughing and 1 × cultivating). Yield of grain in % of the plot cultivated intensively and sown on Sept. 29 (= 4010 kg/ha).*

Zaaitijd (*Time of sowing*)	*a* Intensieve bewerking (*Intensive cultivation*)		*b* Lichte bewerking (*Light cultivation*)		Opmerkingen (*Remarks*)
	Korrelopbrengst (*Yield of grain*)	Perc. halmen met oogvlekken (*Perc. haulms with eyespots*)	Korrelopbrengst (*Yield of grain*)	Perc. halmen met oogvlekken (*Perc. haulms with eyespots*)	
29 Sept.	100	92	108	94	Legering door Cerc. (*Lodged by Cerc.*).
7 Nov.	83	77	101	78	Geen legering door Cercosporella. (*No lodging*)
20 Dec.	82	62	69	70	Geen legering door Cercosporella. (*No lodging*)

In het eerste geval zien wij de gunstige invloed van later zaaien op de opbrengst, terwijl in het tweede geval de vroegste zaai, ondanks de sterkere aantasting door Cercosporella, de hoogste opbrengst gaf.

Welke factoren het zijn, die de vatbaarheid van vroeggezaaide tarwe verhoogen, is niet bekend. Dat laatgezaaide tarwe aan de infectie zou ontsnappen, is zeker niet juist. Dit blijkt uit de isolatieproeven. Bovendien blijkt de schimmel bij lage temperatuur (zelfs onder 0°) te kunnen groeien (blz. 195) en ligt het optimum voor infectie bij lage temperatuur (blz. 207). De temperatuur is dus bij de zaaitijd niet van primair belang. Een grootere rol speelt vermoedelijk de welige ontwikkeling in het najaar bij vroege zaai. Dit geeft een dichte stand en veel afstervend blad in het voorjaar, waardoor de ontwikkeling van de schimmel bevorderd wordt. Of ook de voeding van belang is, is niet uitgemaakt. Bij vroege zaai zou b.v. gedurende een bepaalde groeiperiode een relatief gebrek aan een van de voedingsstoffen kunnen optreden.

Vruchtwisseling. Granen worden door Blunck (2, 3), Bockmann (4, 5) en Weigert en Weizel (77, 79) een slechte voorvrucht genoemd, waarbij vooral tarwe (zoowel zomer- als wintertarwe) en gerst ongunstig bekend staan, terwijl rogge en haver minder slecht zijn. Weigert en Weizel (77) noemen haver niet vatbaar en daarom geen slechte voorvrucht. Schaffnit (67) noemt alleen tarwe en gerst als slechte graanvoorvrucht. Door Blunck (3) en Bockmann (4, 5) worden boonen, erwten, wikke en klaver slechte voorvruchten genoemd. Schaffnit (67) noemt vooral erwten minder goed.

Meijers (48) legt meer de nadruk op de vruchtwisseling dan op de laatste voorvrucht. Bij ieder geval van zijn enquête werd beoordeeld of de vruchtopvolging naar de opvatting der Groningsche praktijk een „goede" of „minder goede" genoemd kon worden. Daarbij bleek het aantal ernstige ziektegevallen bij een minder goede vruchtopvolging te overheerschen. Bij graan (zonder onderscheid) als voorvrucht was het aantal ernstige gevallen eveneens grooter dan bij andere voorvruchten. Veenstra (76) noemt vooral tarwe, gerst en erwten een slechte voorvrucht, rogge kwam als voorvrucht practisch niet voor, haver maakt als voorvrucht een even goede indruk als bieten, aardappelen, karwij, klaver en boonen. Muntinga (51) vindt, dat het aantal ernstige gevallen toeneemt, naarmate het korter geleden is, dat men gerst of tarwe verbouwde. Toch zijn de verschillen niet sprekend. Erwten komen als voorvrucht practisch niet voor. Spinazie,

maanzaad en bollen worden een slechte voorvrucht genoemd, de andere voorvruchten, waaronder haver en klaver zijn gunstig of matig. Rispens (61) vindt, dat geen enkele voorvrucht een beveiliging biedt. Speciaal karwij en bietenzaad geven veel, klaver weinig ernstige ziektegevallen, de andere gewassen geven zieke en gezonde perceelen in vrijwel gelijke aantallen. Uit een door het Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek (44) ingestelde enquête blijkt, dat in de Hoeksche Waard procentsgewijze het aantal gezonde gewassen toeneemt, naarmate men langer wacht met het terugkomen met tarwe (gerst wordt practisch niet verbouwd). Zoo vrijwaarde in 1935 tarwe als derde of vierde voorvrucht (dus in 1932 of 1931) het gewas tegen ernstige aantasting, terwijl tarwe als tweede voorvrucht in 48% van de gevallen een ziek gewas opleverde. Erwten kwamen uitsluitend als directe voorvrucht voor in die gevallen, waarbij tarwe derde of vierde voorvrucht was en waarbij de gewassen gezond bleven. Erwten behoeven dus geen slechte voorvrucht te zijn. Samenvattend kan men zeggen, dat hoe vaker men terugkomt met tarwe en gerst, hoe grooter de kans is op een ernstige aantasting. Wat betreft de overige gewassen, met inbegrip van haver, als voorvrucht, zijn de meeningen verdeeld. Waarschijnlijk zijn geen van deze gewassen op zich zelf als voorvrucht slecht, aangezien vermoedelijk geen van deze gewassen, behalve haver en rogge, de ziekte kan overbrengen. Het al of niet optreden van de ziekte in deze gevallen zal grootendeels afhangen van de bijkomende factoren als bewerking van de grond, zaaitijd (b.v. in het algemeen vroeg na erwten, laat na bieten). Van rogge als voorvrucht voor tarwe en gerst is weinig bekend. Haver is, hoewel vatbaar voor Cercosporella, blijkens de ervaring een goede voorvrucht. Als zomergewas ontsnapt dit gewas blijkbaar meestal aan de infectie. Voor zomertarwe en zomergerst geldt dit niet in die mate. Hoewel ernstige aantastingen betrekkelijk zeldzaam zijn, worden deze gewassen wel geinfecteerd en zijn als voorvrucht dus wel gevaarlijk. Wil men dikwijls met tarwe of gerst terugkomen, dan kan men zomertarwe vrij spoedig op tarwe of gerst laten volgen (b.v. tweemaal tarwe in drie jaar), terwijl men voor wintertarwe zoo mogelijk een tusschenvrucht meer inschakelt (dus tweemaal tarwe of gerst in vier jaar).

Diepte van zaaien. Foëx en Rosella (18) en Weigert en Weizel (77) vermelden, dat diepe zaai de ziekte bevordert. Later hebben Foëx en Rosella (20, 21) speciale proeven genomen, waaruit blijkt dat ondiepe zaai (1–4 cm) minder voetziekte veroorzaakt dan diepe zaai (6–10 cm). Bovendien merk-

ten deze onderzoekers op, dat er bij ondiepe zaai meer planten opkomen, en dat de planten platter uitgespreid zijn en sterker uitstoelen. SPRAGUE en FELLOWS (74) wijzen er bij de resistentie van tarwerassen op, dat de rassen, die hun uitstoelingsknoop hoog vormen en waarbij de zijspruiten min of meer kruipen, minder vatbaar zijn dan die met een diepe uitstoelingsknoop. RISPENS (61) heeft waargenomen, dat de ziekte heviger is, naarmate de uitstoelingsknoop dieper in de grond gevormd wordt. De diepte, waarop deze gevormd wordt, is behalve van grondsoort, de toestand van de grond en de weersomstandigheden, in hooge mate afhankelijk van de diepte van zaaien. Bij ondiepe zaai stoelen de planten „breed" uit, d.w.z. de jonge spruiten liggen wijd van elkaar en de geheele plant heeft een krachtiger voorkomen. De schimmel zou in dit geval minder gemakkelijk de planten aantasten dan bij diepe zaai, waarbij de zijspruiten tegen de hoofdhalm gedrukt blijven als een bijeengebonden bundeltje. Met vroege zaai gaat meestal diepe zaai gepaard, zoodat mogelijkerwijze niet de zaaitijd op zichzelf de vatbaarheid verhoogt.

Hoeveelheid zaaizaad en rijafstand. FOËX en ROSELLA (20) geven aan, dat een groote rijafstand (30 cm) de ziekte tegengaat. In een volgend artikel (21) hechten zij weinig waarde aan de rijafstand. SCHAFFNIT (67) en WEIGERT en WEIZEL (77) noemen een dichte en welige stand bevorderlijk voor de ziekte.

SPRAGUE en FELLOWS (74) vermelden voor Amerika, dat in de jaren met sterke regenval de rijafstand (van 20–35 cm) geen invloed uitoefent, maar dat in de drogere jaren een groote rijafstand zeer gunstig is. MEIJERS (48) constateert, dat een dichte stand wat meer gevaren oplevert dan een normale stand, maar de verschillen treden niet krachtig naar voren. Ook volgens VEENSTRA (76) is een dichte stand (veel zaaizaad) voor de ziekte bevorderlijk. MUNTINGA (51) vindt weinig of geen verband tusschen de hoeveelheid zaaizaad en de ziekte, maar heeft toch de indruk, dat in September en October te veel zaaizaad wordt gebruikt. Hij beveelt b.v. voor September en de eerste helft van October 100 kg zaaizaad aan. Ook de enquête in de Hoeksche Waard (44) leverde niets positiefs op ten opzichte van de hoeveelheid zaaizaad. Slechts bleek uit het zaaitijdenproefveld te Klaaswaal, dat grootere zaaidichtheid gepaard gaat met een ernstige aantasting. Ir J. G. VEENSTRA verstrekte mij de gegevens van het in 1933 te Rasquert aangelegde voetziekte-proefveld. Hieruit blijkt, dat bij gebruik van veel zaaizaad evenveel zieke planten gevonden werden als bij een normale hoeveelheid. Bij weinig zaaizaad

(80 kg per ha) treedt minder ziekte op. Resumeerend kan gezegd worden, dat de hoeveelheid zaaizaad en de rijafstand geen groote invloed hebben. Toch wordt, ook om andere redenen, tegen te veel zaaizaad en tegen een dichte rijafstand gewaarschuwd.

Grondsoort. In hoofdstuk 3 werd reeds vermeld, dat de ziekte in Nederland vooral op klei- en zavelgronden voorkomt. Deze waarneming stemt volkomen overeen met de ervaring in het buitenland, waaruit blijkt dat de ziekte vooral voorkomt op de goede, zwaardere gronden (Blunck (2, 3), Bockmann (5), Moritz (49), Schaffnit (67), Weigert en Weizel (77, 79)). Meijers (48) wijst er op, dat de ziekte op de jonge, kalkrijke gronden in Groningen meer voorkomt, dan op de andere, meer ontkalkte. Muntinga (51) vindt in de Waard- en Groetpolder op de lichtere kleigronden iets meer ziekte, dan op de zwaardere gronden.

Bewerking en toestand van de bodem. Hoewel sommige auteurs diep ploegen voorstaan en ook diep onderbrengen van de zieke stoppel aanbevelen (Blunck, 2, 3; Bockmann, 4, 5; Schaffnit, 67) is men toch over het algemeen van meening, dat men voor tarwe niet te diep moet ploegen (Moritz, 49; Veenstra, 76; Muntinga, 51). Bockmann (4) meent, dat de ziekte vooral voorkomt op de „vorzüglich gare Boden" en Hoffmann (38) waarschuwt voor te „gare" grond bij het zaaien en wijst op het oude gezegde: „je klütiger die Erde, je besser die Ernte". Veenstra (76), die een niet te diepe bewerking aanbeveelt, is voorstander van een intensieve grondbewerking. Volgens hem is het niet onmogelijk, dat karwijland, dat in het algemeen een uitstekende bewerking verkrijgt, ten gevolge hiervan zulk goed tarweland is. Slechte ontwatering schijnt de ziekte in de hand te werken (Veenstra, 76; Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek, 44). Hoewel de waarnemingen over de aard der bewerking en de bodemtoestand bij het zaaien uiteenloopen en onvolledig zijn, mag in dit verband nog gewezen worden op de mogelijke invloed van de bewerking op de diepte van zaaien. Bij een intensieve bewerking zal men licht de grond te mul maken (vooral na droge zomers), waardoor het zaad te diep valt. Bij een extensieve bewerking zal bij het zaaien in de kluit het zaad minder diep vallen (zie b.v. tabel 12). Dat de zaaitijd hierbij eveneens van groot belang is, werd reeds bij de behandeling van de diepte van zaaien opgemerkt. Verdere gegevens betreffende de structuur zijn ten aanzien van deze ziekte in de literatuur niet te vinden.

Bemesting. Stalmest en stikstofbindende voorvruchten worden als ongunstig beschouwd door Blunck (2, 3), Bockmann (4, 5), Moritz (49). Bij de vruchtwisseling werd echter reeds geconstateerd, dat de stikstofbindende voorvruchten veelal geen slechtere invloed hebben dan de andere voorvruchten (behalve granen). Bemestingsproeven zijn door Weigert en Weizel (77–79) en Sprague en Fellows (74) genomen. De eerstgenoemde auteurs vonden aanvankelijk (77, 78) bij rogge geen toename van de ziekte bij groote stikstofgiften. De perceelen zonder K waren duidelijk sterker aangetast; het achterwege laten van P had geen invloed, maar de grond was van nature rijk aan phosphaat. Het toevoegen van Ca aan een volledige bemesting had evenmin invloed op de mate van aantasting. Na stalmest was de ziekte iets ernstiger dan indien stalmest werd weggelaten. Later (79) vinden dezelfde auteurs, dat bij rogge en wintergerst de hoogere stikstofgiften een iets sterkere aantasting geven, terwijl dit bij wintertarwe niet het geval is. Sprague en Fellows (74) vonden bij veldproeven met verschillende meststoffen dat het weinig invloed had of zij in het najaar of in het voorjaar werden toegepast. Alleen bij gebruik van N-meststoffen in het najaar was de ziekte wat ernstiger. In potproeven met een zeer zure grond werd de ziekte tegengegaan door het toedienen van superphosphaat, K of Ca. Dat een dergelijk effect bij de veldproeven uitbleef, moet geweten worden aan de zwak zure of neutrale reactie van deze gronden. Rispens (61) vindt bij een stikstofhoeveelhedenproef, dat bij gebruik van 30, 60 of 90 kg per ha geen verschillen in aantasting zijn waar te nemen. Uit de enquête, ingesteld door het Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek (44), blijkt, dat op de ernstig aangetaste perceelen meestal iets meer stikstof was gebruikt. Meijers (48) vond, dat de ziekte op de jongere kalkrijke gronden ernstiger optreedt, waarbij misschien aan een directe invloed van de kalk gedacht kan worden. Voor invloed van de bemesting in potproeven zie men hoofdstuk 7, blz. 209.

Het verbranden van de stoppels. Door de Fransche onderzoekers werd het verbranden van de stoppels aanbevolen ter bestrijding van de voetziekte in het algemeen. Weigert en Weizel (77) wijzen er op, dat, afgezien van het resultaat, dat er mee te bereiken is, de korte stoppels moeilijk geheel zullen afbranden, omdat ze in dit klimaat zelden geheel droog zijn. Sprague en Fellows (74) vermelden een proef, die geen effect had. Een gunstig resultaat verkregen zij echter met het verbranden van stroo onmiddellijk voor het zaaien. De gunstige werking

wordt aan vernietiging van de schimmel in de bovenste bodemlaag toegeschreven.

Voorjaarsbewerking. WEIGERT en WEIZEL (77) meenen, dat de planten als gevolg van schoffelen in het voorjaar en de daardoor tot stand gebrachte betere doorluchting, minder vatbaar worden voor voetziekten. SPRAGUE en FELLOWS (74) hebben waargenomen, dat eggen de ziekte verergert, indien vochtig weer volgt, daarentegen vermindert, als droog weer volgt.

Onkruid. Volgens MEIJERS (48) is op land, dat veel onkruid draagt, de kans op een ernstige aantasting grooter, dan op schoon land. Ook uit het onderzoek verricht aan het LABORATORIUM VOOR MYCOLOGIE EN AARDAPPELONDERZOEK komt een aanwijzing in die richting naar voren. Of hier het achterwege blijven van de bewerkingen, die ten doel hebben het land schoon te houden, dan wel het onkruid zelf een ongunstige invloed uitoefent, is niet uitgemaakt.

Jarowisatie. FOËX (15) heeft inoculatieproeven uitgevoerd op gejarowiseerde tarwe, waarbij bleek, dat deze even vatbaar was als niet gejarowiseerde.

Om ook hier te lande de invloed van jarowisatie na te gaan, werd in October 1934 te Kantens een veldje met Julianatarwe bezaaid, een tweede en derde veldje in Maart 1935 met Van Hoek Zomertarwe en met gejarowiseerde Juliana (6 weken bij + 3° C behandeld). De in het najaar gezaaide Juliana was vrij sterk aangetast, terwijl de beide in het voorjaar gezaaide rassen weinig aangetast waren. Het schijnt dus mogelijk, door middel van jarowisatie de Oogvlekkenziekte te bestrijden. Aangezien echter uit andere proeven gebleken is, dat gejarowiseerde tarwe in opbrengst en kwaliteit niet kan wedijveren met een goede zomertarwe, komt het uitzaaien van gejarowiseerde granen als voorbehoedmiddel, althans in West-Europa, niet in aanmerking.

Februari 1936. *Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek.*

9. SUMMARY: THE EYESPOT DISEASE OF CEREALS, CAUSED BY CERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES FRON.

1. Introduction. In Holland a foot-rot occurs very frequently in wheat and also in barley, which causes lodging and may bring about considerable losses. The disease is caused by *Cercosporella herpotrichoides* (Fron) emend. Sprague and is called Eyespot disease (53). The results of three years of investigation are published here.

2. Literature. From the literature it is evident that *Cercosporella herpotrichoides* causes a foot-rot, which in our country is called Eyespot disease (53), in U.S.A. „Columbia Basin foot-rot" or „Cercosporella foot-rot" (74), in Germany *Lagerfusskrankheit*, *Halmbreche* or *Halmbruchkrankheit* (1, 49, 50, 67, 68). In France two sorts of *piétin* (10) are known, viz. *piétin verse* and *piétin échaudage*. The *piétin verse* is caused in most cases by Cercosporella or *champignon des taches ocellées* (16, 18). It is probable that the Eyespot disease has been observed in France since 1878 (55) and in Holland since 1899 (62, 63), but it has been ascribed in France to *Leptosphaeria herpotrichoides* (9, 10, 12, 45–47) and in Holland to *Ophiobolus herpotrichus* and confused with Take-all (35, 63–66). In Germany *Lagerfusskrankheit* in wheat is not mentioned before 1932. This disease is ascribed by most authors to Cercosporella (49, 50, 67, 68), on the contrary by some others to Fusarium (1, a.o.).

3. Geographic distribution. In Europa the disease has been found, not only in Holland (53), but also in France (12–14), Germany (50, 68), Denmark (52), England (32*a*), Belgium (44*a*) and probably also in Austria, Hungary and Bohemia (54). Furthermore it occurs in some states of the U.S.A. As opposed to Take-all, which is cosmopolitan, the Eyespot-disease occurs only in two relatively small countries of Europa and of America (Fig. 1), which are characterized by their sea climate and their position between 45 and 55 degrees of latitude. The disease is spread all over Holland, but the serious cases are found especially on clay and sandy clay soils, deposited by the sea and the rivers. In the newly drained Wieringermeerpolder the disease was found for the first time in a slight degree in the fourth year of cultivation, whereas Ophiobolus already caused considerable losses in the second year.

4. Symptoms. The symptoms on wheat, sown at the end of September or in October, may be observed in November and December as little elliptical dark bordered discolorations of the coleoptile (eyespots) on the level of the soil. Soon the eyespots may be found also on the outer leafsheaths, the fungus penetrating these in a radial way from the outer to the inner ones. In spring several tillers may also be attacked or may have died already. In the eyespots on the surface of the sheaths little black patches of mycelium are found, which are very characteristic of the disease (Pl. XIV, fig. 1*b* and Pl. XV, fig. 3). At the time of elongation the fungus attacks the first, and sometimes the second internode of the haulm. Here also eyespots are found (Pl. XV, fig. 3), but later the characteristic one-sided eyespot is lost in most cases, as the fungus grows through the whole base of the haulm. In addition, more black patches of mycelium are formed, which may unite (Pl. XVI, fig. 6), so that the attack much resembles that of *Ophiobolus graminis* (Pl. XIV, fig. 1*a*). On wheat plants symptoms are often found which are in some respects very like those of the Eyespot disease. Though the fungi, which cause these symptoms are of no economic importance in our country, it is necessary for correct diagnosis of the Eyespot disease to know them (Pl. XIV, fig.

1*c* and *d*; Pl. XV fig. 4 and 5). From the beginning of June or later the crop may lodge (Pl. XVII, fig. 9 and Pl. XVIII, fig. 10 and 11), in which case the haulm cracks at the base on the diseased spot (Pl. XVI, fig. 6). As the connection between roots and stem is not broken, the water transport may go on and the plants may remain alive. A Fusarium footrot which also causes cracking of the haulm is easily distinguished by its large brown discolorations. It occurs on sandy soils on rye and sometimes also on wheat (Pl. XVI, fig. 7).

5. Etiology. Cercosporella was easily isolated from diseased plants during the whole season. In summer many secondary fungi occur also, but Cercosporella was found almost exclusively in the cavity of the haulm. Inoculations with Cercosporella in sterilized soil bring about eyespots (Pl. XIV, fig. 2) and later on also the cracking of the haulm. Leptosphaeria was never isolated. Several strains of Cercosporella were isolated from wheat, barley, rye and some grasses, as is shown in table 1. These strains differ in colour of the aerialmycelium, which varies from bluish gray, gray-brown to greenish gray. Strain Sp. is distinguished by its habit of growth. On malt agar Cercosporella forms a yellow colour. Some strains colour the agar slightly or not at all, some moderately and others strongly. Strain Ki formed a sector which remained constant after several transfers. The influence of temperature on the rate of growth of *Cercosporella herpotrichoides* (two strains) and *Ophiobolus graminis* is shown in tables 2 and 3 and in fig. 2. It is evident, that Cercosporella is very well adapted to low temperatures, as the minimum on petri dishes lies below zero. Spores were formed in tubes which were provided with a thin layer of potato stem agar or malt agar. Alternating low and moderate temperatures seem to stimulate the formation of spores (Table 4). The spores germinate directly on potato stem agar and malt agar, not on cherry agar (Fig. 3).

6. Dissemination of the fungus. It is very probable that the first infection comes from the soil. The appearance of the first eyespot near the level of the soil suggests this. As a matter of fact Cercosporella was isolated from a soil suspension. The disease may be carried in infected stubble; in practice however the stubble plays no important role in the dissemination, as a wheat crop is very rarely followed directly by another wheat crop. Wild grasses may carry the disease, but it is not probable that their influence on dissemination is very great, since diseased grasses are found rather rarely. During the spring the disease is disseminated by spores from diseased plants. To trace this dissemination, some diseased plants were planted in December in a wheat field, where the disease to our knowledge had never occurred. In summer the percentage of plants that had become attacked was determined at different intervals from the point where the original diseased plants were put in the soil. Table 5 shows the results. At distances of up to 70 m infections were to some extent to be found, consisting of small, high-placed eyespots (so-called secondary infections), whereas nearer the starting-point (up to 10 m) infections also occurred at the base.

In another experiment plants cultivated in the greenhouse in pots with sterilized soil were put in a field, which was infested with the stubble of a diseased field. Some pots were placed in open glass cylinders, 25–30 cm high; others were not enclosed by cylinders. In the pots not enclosed the percentage of attacked haulms was much greater (Table 6). In conjunction with the preceding experiment the results point to a dissemination through the air, but the distance of the dissemination, at

least of a serious character, is limited to a radius of ± 10 m.

7. Relation between plant and parasite. Symptoms of the disease were found not only on cereals, but also on the grasses, mentioned p. 202, line 11–15 from foot. Cercosporella was isolated from cereals and from the grasses mentioned p. 202, line 4–6 from foot. Inoculation experiments showed, that Cercosporella may infect the grasses given p. 203, line 7–18. On peas Cercosporella formed elliptical brown sunken spots, but attempts at reisolation yielded no result. Winter wheat and winter barley are most heavily attacked, but the damage in barley is not so great. The disease occurs on rye rather rarely and lodging bij Cercosporella is practically unknown. The summer cereals (wheat, barley and oats) in most cases escape serious infection, so that losses caused by the disease do not occur.

The susceptibility of several varieties of wheat and other cereals was proved in the greenhouse by inoculating the young plants with pieces of mycelium placed against the coleoptile just beneath the level of the soil. Determinations were made bij counting the number of leafsheaths attacked by the fungus after some weeks. The results (Table 7) show that all varieties of wheat and most of the other cereals are moderately or markedly susceptible to Cercosporella. Summer wheat and summer barley are also susceptible, but apparently in most cases escape the infection. The strains of Cercosporella differ in pathogenicity as is shown in table 8. Marked differences between strain Sp., strain C and the strains E, F and H 1 were found, which may be summarized as follows: To strain Sp. grasses and oats are resistant and wheat is susceptible; to strain C wheat is resistant and oats and grasses are susceptible; wheat and oats as well as grasses are susceptible to strains E, F and H 1.

The optimum temperature for the growth of the fungus in the plant is from 5°–9° C. as is shown in an experiment with Wisconsin tanks with temperatures from 5° to 25°. A comparison with the other parasites of cereals (Ophiobolus, Fusarium a.o.) shows that none of these parasites has an optimum as low as Cercosporella (cf. fig. 2).

Experiments with sand cultures which will be described in detail in a later publication, show that P-deficiency and also N-deficiency greatly favour the disease. In the other series the disease caused a loss of grain of approximately 25% compared with the not inoculated plants, while the yield of straw and the length of the haulm was not influenced. This is in contrast with Ophiobolus, in which, besides the yield of kernel, also the yield of straw and the length of the haulm decrease. Finally it is remarkable that the decrease in yield of grain occurred without lodging of the haulms.

8. Influence of various factors on the occurrence of the disease and control-measures. The literature regarding this subject is dealt with in detail. The older publications and some of the later ones (32, 33 a.o.) have been left out of consideration, because no distinction is made between the different forms of footrot. The results of some experiments made in Holland by different investigators and by myself and partly published already in local papers (44, 48, 51, 61, 76) are summarized below.

Direct methods. Experiments with $CuSO_4$ and carbolineum had no effect. The results of a field experiment with calcium cyanamide are shown in table 9. From a mycological examination it appeared that the underground parts of the plants were not killed, and that Cercosporella could easily be isolated from these parts after the treatment with calcium cyanamide. It seems, however, that the treatment has a beneficial effect on the yield, as is seen in the table.

Resistant varieties. In field observations no clear differences between the varieties were noted (except in one case). This is also mentioned by VEENSTRA (76), MUNTINGA (51) and RISPENS (61).

Methods of cultivation. The time of sowing is very important, as several observers in Holland have found that early sowing (at the end of September and the beginning of October) greatly increases the chance of a diseased crop (Table 10). On the other hand, it is necessary to take into consideration the fact that that late sowing does not always result in a greater yield, as is seen from tables 11 end 12. In the first case (Table 11) there is a clear connection between the time of sowing, the lodging by Cercosporella and the yield. In the second case (Table 12) there is a connection between the time of sowing and the lodging, but the yield of grain is decreasing with later sowing, in spite of the fact that the disease is also decreasing. A rational crop rotation is important as repeated crops of wheat or barley increase the chance of heavy attack. Other crops have no direct influence, since they do not carry the disease. Even peas and clover, which in some countries are held responsible for heavy losses when grown before wheat or barley, do not appear to be harmful here. Oats, although susceptible, are known in practice as a good rotation crop.

Depth of sowing has according to RISPENS (61) a marked influence, as plants sown at a slight depth, which are more vigorous and have flat tillers seem to suffer less from the disease. By increasing the rate of sowing and decreasing the distance between rows the disease is promoted, but the influence of these factors is not very great. A marked influence of manuring on the disease is not established.

Preparation and condition of soil. Contrary to some German investigators (2, 3, 4, 5 and 67) shallow ploughing is recommended, especially by MUNTINGA (51) and VEENSTRA (76). The observations on methods of cultivation are partly contradictory, but it is not improbable that too much cultivation, especially in dry summers, may make the soil so loose, that the seed will fall too deep and the disease increases Jarowised winter wheat sown in the spring behaves like summer wheat, as the crop remains free or almost free from the diseases. As jarowisation in our country is of no practical value, control of the disease in this way is not recommended.

10. LITERATUUR

1. Becker, Vom Lagern des Weizens. Mitt. Deutsch. Landw. Ges. 47, 668–669, 1932.
2. Blunck, H., Ueber die Fusskrankheit des Weizens und ihre Bekämpfung. Blätt. Pfl.bau Pfl.zücht, 4, 71–74, 1932.
3. ———, Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. Mitt. Deutsch. Landw. Ges. 48, 286, 1933.
4. Bockmann, H., Fusskrankheiten — eine Folge verstärkten Weizenanbaues. Mitt. Landwirtsch. 49, 365, 1934.
5. ———, Bekämpfung der Weizenfusskrankheiten. Deutsch. Landw. Pr. 61, 615, 1934.
6. Carré, G., Comment détruire les mauvaises herbes? J. Agr. Prat. N.S. 59, 367–369, 1933.
7. ———, L'acide sulfurique et le piétin du blé. J. Agr. Prat. N.S. 60, 282–283, 1933.
8. Crüger, O., Fusskrankheit an Weizen, Roggen und Gerste. Angew. Bot. 11, 1–24, 1929.
9. Delacroix, G., Sur le piétin des céréales. Bull. Soc. Myc. France, 17, 136–144, 1901.
10. Ducomet, V., Recherches sur le piétin des céréales. Ann. École Nat. Agr. Rennes, 7, 23–47, 1913.
11. Feistritzer, W., Haben die neueren Untersuchungsergebnisse über Fusskrankheit einen Einfluss auf die Sortenwahl? Mitt. Deutsch. Landw. Ges. 47, 791–793, 1932.
12. Foex, E., Quelques faits relatifs au piétin du blé. Bull. Soc. Path. Vég. France, 1, 26–30, 1914.
13. ———, Observations sur le piétin du blé. Ann. Épiphyties, 6, 200–213, 1919.
14. ———, Note sur le piétin du blé. Bull. Soc. Path. Vég. France, 6, 52–56, 1919.
15. ———, Quelques observations sur les maladies du pied des céréales. C. R. Ac. Agr. France, 21, 501–505, 1935.
16. Foex, E. en Rosella, E., Sur les diverses formes du piétin. Rev. Path. Vég. Ent. Agr. 17, 41–51, 1930.
17. ———, Recherches sur le piétin. Ann. Épiphyties, 16, 51–82, 1930.
18. ———, Quelques observations sur le piétin du blé. Rev. Path. Vég. Ent. Agr. 18, 133–142, 1931.
19. ———, Au sujet du problème du piétin du blé. Rec. Trav. crypt. dédiés à L. Mangin, p. 294–302, 1931. Geciteerd naar Rev. Appl. Myc. 11, 361, 1932.
20. ———, Note expérimentale sur un des piétins. C. R. Ac. Agr. France, 19, 470–474, 1933. Geciteerd naar Rev. Appl. Myc. 12, 560, 1933.
21. ———, Quelques observations sur le piétin des céréales. Rev. Path. Vég. Ent. Agr. 20, 172–187, 1933.
22. ———, Étude sur les piétins des céréales. C. R. Ac. Agr. France, 20, 480–483, 1934.
23. ———, Les piétins du blé. Rev. Path. Vég. Ent. Agr. 21, 93–98, 1934.
24. Frank, A. B., Das Umfallen des Roggens und die diesjährigen neuen Getreidepilze. Deutsch. Landw. Pr. 21, p. 509 en 644–645, 1894.
25. ———, Die neuen deutschen Getreidepilze. Ber. Deutsche Bot. Ges. 13, 61–65, 1895.
26. ———, Ueber die in Deutschland neu aufgetretenen Getreidepilze aus der Abteilung der Pyrenomyceten. Z. Pfl. krankh. 5, 10–12, 1895.

27. Frank, A. B., Die Krankheiten der Pflanzen, 2. Aufl., Band 2. Breslau 1896.
28. ———, Das Auftreten des Weizenhalmtöters auf der Gerste. Deutsch. Landw. Pr. 26, 806–807, 1899.
29. Fron, G., Contribution à l'étude de la maladie du pied-noir des céréales ou la maladie du piétin. Ann. Sci. Agron. Franç. et Étrang. Sér. 4, 1, 3–29, 1912.
30. ———, Nouveaux essais de lutte contre la maladie du piétin du blé. C. R. Ac. Agr. France, 20, 644–650, 1934.
30*a*. ———, Observations au cours de la campagne 1935, sur le développement de la maladie du piétin du blé. C. R. Ac. Agr. France, 21, 922–930, 1935.
31. Garrett, S. D., Factors affecting the pathogenicity of cereal foot-rot fungi. Biol. Rev. 9, 351–361, 1934.
32. Gaudineau, M. en Guyot, A. L., De quelques facteurs qui influencent le développement de la maladie du piétin du blé. Rev. Path. Vég. Ent. Agr. 12, 317–342, 1925.
32*a*. Glynne, M. D., Some new British records of fungi on wheat. Cercosporella herpotrichoides Fron, Gibellina cerealis Pass., and Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc. Trans. Brit. Myc. Soc. 20, 120–122, 1936.
33. Guyot, A. L., De l'influence de quelques opérations culturales sur le développement du piétin du blé en 1928–1929. Rev. Path. Vég. Ent. Agr. 17, 52–62, 1930.
34. ———, De l'évolution du piétin des céréales en rapport avec certains facteurs météorologiques. Rev. Path. Vég. Ent. Agr. 19, 215–228, 1932.
35. Hall, C. J. J. van, Wat leeren ons de waarnemingen der landbouwers over het optreden van den Tarwehalmdooder (Ophiobolus herpotrichus)? Tijdschr. Pl.ziekten, 9, 77–110, 1903.
36. Heald, F. D., Investigations needed. Foot rot of wheat. Wash. Agr. Exp. St. Bull. 155, 38, 1920; 167, 39–40, 1922; 175, 36, 1922; 187, 71, 1924. Ten deele geciteerd naar Sprague en Fellows (74.).
37. Hiltner, L., Die Fusskrankheit des Getreides. Sächsische Landw. Ztg., p. 397–401, 1894.
38. Hoffmann, Bekämpfung der Fusskrankheiten des Weizens. Deutsch. Landw. Pr. 61, p. 570 en 582, 1934.
39. Hülsenberg, H., Das Auftreten der Weissährigkeit bei Roggen in Mitteldeutschland in den Jahren 1928 und 1929, bewirkt durch Leptosphaeria herpotrichoides de Not. Z. Pfl.krankh. 40, 11–25, 1930.
40. Jones, L. R., Experimental work on the relation of soil temperature to disease in plants. Trans. Wisc. Ac. Sci. 20, 433–459, 1922.
41. Kerleroux, L., Quelques observations sur le piétin du blé. Rev. Path. Vég. Ent. Agr. 17, 36—40, 1930.
42. Krüger, F., Untersuchungen über die Fusskrankheit des Getreides. Arb. Kais. Biol. Anst. Land- u. Forstwirtsch. 6, 321–351, 1908.
43. Laar, J. H. J. van de, Onderzoekingen over Ophiobolus graminis Sacc. en Ophiobolus herpotrichus (Fr.) Sacc. en over de door deze fungi veroorzaakte ziekten van Triticum vulgare Vill. en andere Gramineae. Diss. Wageningen en Meded. Lab. Myc. en Aardappelonderzoek no. 55; 1–146, 1931.
44. *Lab. v. Mycologie en Aardappelonderzoek*, Enquête over oogvlekkenziekte der tarwe in de Hoeksche Waard 1934/1935. Holl. Landb. weekbl. 1, 44, p. 3–5, 1935.

44*a*. Larose, E. en Vanderwalle, R., Les maladies du pied chez le froment. Rapp. et C. r. des journées nationales pour la protection sanitaire des plantes cultivées, Oct. 1935.
45. Mangin, L., Sur le piétin ou maladie du pied chez le blé. C. R. Ac. Sci. Paris, 127, 286–288, 1898.
46. ———, Sur le piétin ou maladie du pied du blé. Bull. Soc. Myc. France, 15, 210–239, 1899.
47. ———, Observations sur le piétin du blé. J. Agr. Prat. N.S. 4, 306–308, 1902.
48. Meijers, P. G., Een enquête over het optreden van de voetziekte van de tarwe in Groningen (1932). Landbk. Tijdschr. 45, 117–128, 1933.
49. Moritz, O., Die Fusskrankheiten des Weizens. Mitt. Deutsch. Landw. Ges. 47, 957–958, 1932.
50. ——— en Bockmann, H., Einleitende Studien über Cercosporella herpotrichoides Fron. Angew. Bot. 15, 409–419, 1933.
51. Muntinga, J. E., De voetziekte in zomer- en wintertarwe. Holl. Landb. weekblad 1, 13 Sept. 1935.
52. Nielsen, O. en Weber, A., Smitsomme sygdomme af saerlig Interesse in Oversigt over Plantesygdomme i Danmark 1934. Tidsskr. for Planteavl., 40, 736, 1935.
53. Oort, A. J. P., Over voetziekten bij granen, Landbk. Tijdschr. 45, 945–952, 1933.
54. Ostermayer, A., Statistische Studien über das Auftreten und die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Prakt. Bl. Pfl.bau u. -schutz, 12, 61–71, 1934/35.
55. Pluchet, Sur l'état de la récolte du blé et sur la maladie du piétin. Bull. Soc. Centr. Agr. France, 38, 368–370, 1878. Geciteerd naar Mangin (46).
56. Poeteren, N. van, Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar 1923. Versl. en Med. Pl.ziektenk. Dienst no. 34, 7–9, 1924.
57. ———, Idem in het jaar 1925. Idem no. 44, 7–10, 1926.
58. ———, Idem in het jaar 1926 en 1930. Idem no. 51, 11, 1928 en no. 64, 8, 1931.
59. ———, Idem in het jaar 1932. Idem no. 72, 12–14, 1933.
60. Prillieux, E. en Delacroix, G., La maladie du blé causée par l'Ophiobolus graminis Sacc. Bull. Soc. Myc. France 6, 110–113, 1890.
61. Rispens, S. D., De oogvlekkenziekte (voetziekte) bij onze granen. Groninger Landb.bl. 17, afl. 4, 1935.
62. Ritzema Bos, J., Phytopath. Lab. W. C. Scholten. Verslag over de inlichtingen, gegeven in 1898. Landbk. Tijdschr. 7, 84–87, 1899.
63. ———, Phytopath. Lab. W. C. Scholten. Verslag over de inlichtingen, gegeven in 1899. Landbk. Tijdschr. 8, 137, 1900.
64. ———, Phytopath. Lab. W. C. Scholten. Verslag over onderzoekingen, gedaan in en over inlichtingen, gegeven vanwege bovengenoemd instituut in het jaar 1901 en idem 1902. Tijdschr. Pl.ziekten, 8, 26–27, 1902 en 9, 14, 1903.
65. ———, Instituut voor Phytopathologie te Wageningen. Verslag over de onderzoekingen gedaan in en over de inlichtingen gegeven vanwege bovengenoemd instituut in het jaar 1907; 1909; 1910; 1911; 1912. Meded. Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool Wageningen, 1, 47, 1908; 5, 92, 1912; 5, 166, 1912; 6, 126, 1913; 7, 59–60, 1914.

66. Ritzema Bos, J. en Schoevers, T. A. C., Ziekten en beschadigingen der Landbouwgewassen. Deel III, 4e druk, p. 67–73, 1922.
67. Schaffnit, E., Zu den bisherigen Ernteschäden durch Lagern des Weizens. Deutsch. Landw. Pr. 59, 535–536, 1932.
68. ———, Cercosporella herpotrichoides (Fron) als Ursache der Halmbruchkrankheit des Getreides. Phytopath. Ztschr. 5, 493–503, 1933.
69. ——— en Volk, A., Ueber den Einfluss der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. Teil 1. Forsch. a. d. Geb. d. Pfl.krankh. u. Immunität, Heft 3, 1–79, 1927.
70. Schmidt, E. W. und Feistritzer, W., Beiträge zur Fusskrankheit des Getreides und ihre Bekämpfung. Arch. Pfl.bau, 8, 405–435, 1932.
71. ———, Beiträge zur Fusskrankheit des Getreides und ihrer Bekämpfung. Arch. Pfl.bau, 10, 391–421, 1934.
72. Schribaux, E., Le piétin ou maladie du pied des céréales. J. Agr. Prat. Année 56, t. II, 317–320, 1892.
73. Sprague, R. Cercosporella herpotrichoides Fron, the cause of the Columbia Basin Foot-rot of winter wheat. Science, 74, 51–53, 1931.
74. ——— en Fellows, H., Cercosporella foot-rot of winter cereals. U.S. Dept. Agr. Wash. Techn. Bull. 428, 1–24, 1934.
75. Tanja, A. E., Untersuchungen über Gibberella Saubinetii (Dur. et Mont.) Sacc. und die Fusariose des Weizens. Phytopath. Zt.schr. 6, 375–428, 1933.
76. Veenstra, G., Mededeelingen van het Rijkslandbouwconsulentschap voor N. Groningen. Wintertarweproeven. Groninger Landb.bl. 15, afl. 3, 1933.
77. Weigert, J. en Weizel, H., Ueber das Auftreten der Fusskrankheiten bei Getreide, vor allem bei Winterweizen, unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Vorfrüchte. Prakt. Bl. Pfl.bau u. -schutz, 11, 249–261, 1933/34.
78. ———, Ertrags- und Güteverminderung bei Getreide durch Fusskrankheiten. Prakt. Bl. Pfl.bau u. -schutz, 12, 289–303, 1934/'35.
79. ———, Beobachtungen über das Auftreten von Getreideschädlingen unter den Einfluss verschiedener Anbaumassnahmen im Jahre 1935. Prakt. Bl. Pfl.bau u. -schutz, 13, 113–146, 1935/36.

11. VERKLARING DER PLATEN
(EXPLANATION OF PLATES)

PLAAT XIV

Fig. 1. Symptomen van ziekten van de voet en van de bladscheeden van tarwe, half Mei:
a. Tarwehalmdooder, Ophiobolus graminis;
b. Oogvlekkenziekte, Cercosporella herpotrichoides;
c. Aantasting van bladscheeden, veel gelijkend op die veroorzaakt door Cercosporella (zgn. „scherpe oogvlekken"); naam van de schimmel, die de ziekte veroorzaakt, nog niet vastgesteld.
d. Aantasting van bladscheeden (zgn. „bruine randen"); naam van de schimmel als bij *c*.

Fig. 2. Oogvlek op het koleoptiël van een jonge gerstplant, geinoculeerd met Cercosporella. Rechts controleplant.

Fig. 1. Symptoms of diseases attacking the foot and the leafsheaths of wheat, mid-May.
a. Take-all, Ophiobolus graminis;
b. Eyespot disease, caused by Cercosporella herpotrichoides;
c. Attack of leafsheaths, very much resembling those caused by Cercosporella (so-called „sharp eyespots"); name of the fungus causing the disease not yet determined;
d. Attack of leafsheaths (so-called „brown borders"); name of the fungus as in *c*.

Fig. 2. Eyespot on the coleoptile of a young barley plant, inoculated with Cercosporella. Control to the right.

PLAAT XV

Fig. 3. Symptomen van oogvlekkenziekte (Cercosporella) op de halmvoet van tarwe, eind Juni.

Fig. 4. Zgn. scherpe oogvlekken op de halmvoet van rogge, eind Juni (cf. Pl. I, fig. 1*c*).

Fig. 5. Idem op tarwe (cf. Pl. I, fig. 1*c*).

Fig. 3. Symptoms of Eyespot disease (Cercosporella) on the base of the haulm of wheat, end of June.

Fig. 4. So-called „sharp eyespots" on the base of the haulm of rye, end of June (cf. Pl. I, fig. 1*c*).

Fig. 5. The same on wheat (cf. Pl. I, fig. 1*c*).

PLAAT XVI

Fig. 6. Symptomen van oogvlekkenziekte (Cercosporella) op de halmvoet van tarwe, eind Juli, Legering!

Fig. 7. Symptomen van Fusarium-aantasting, die evenals de oogvlekkenziekte, legering veroorzaakt. Rogge, eind Juli.

Fig. 6. Symptoms of Eyespot disease (Cercosporella) on the base of the haulm of wheat, end of July. Lodging!

Fig. 7. Symptoms of a Fusarium disease, which causes lodging in the same manner as the Eyespot disease. Rye, end of July.

Plaat XVII

Fig. 8 en 9. De tarwerassen Robusta en Kruisingsangel, de eerste niet, de tweede in lichte mate aangetast door Oogvlekkenziekte (Cercosporella). Wageningen, eind Juli.

Fig. 8 en 9. The wheat varieties Robusta and Kruisingsangel, the first not attacked, the second slightly, by Eyespot disease (Cercosporella). Wageningen, end of July.

Plaat XVIII

Fig. 10. Legering van het tarweras Kruisingsangel door Oogvlekkenziekte (Cercosporella), van boven gezien. Wageningen, eind Juli.

Fig. 11. Legering van Julianatarwe door Oogvlekkenziekte (Cercosporella), zaaitijd 4 Oct. Siddeburen, eind Juli.

Fig. 10. Lodging of the wheat variety Kruisingsangel by Eyespot disease, seen from above. Wageningen, end of July.

Fig. 11. Lodging of the wheat variety Juliana by Eyespot disease. Time of sowing Oct. 4. Siddeburen, end of July.

Fig. 2

Fig. 1

Foto's: J. van de Peppel

Fig. 3

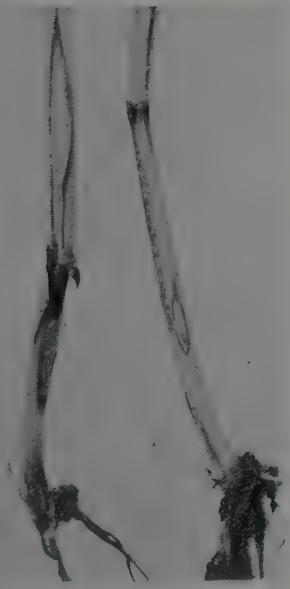

Fig. 4

Fig. 5

Foto's: J. van de Peppel

Fig. 6

Fig. 7

Foto's: J. van de Peppel

Fig. 8

Fig. 9

Foto's: J. van de Peppel

Fig. 10 *Foto: J. van de Peppel*

Fig. 11 *Foto: Oort*